

## Trabajo Fin de Máster

Estrategias para reducir el azúcar en chocolates:  
importancia tecnológica e impacto en la  
aceptabilidad del consumidor

Strategies to reduce sugar in chocolates:  
technological importance and impact on consumer  
acceptability

Autor/es

**Laura Semper García**

Director/es

**M<sup>a</sup> Lourdes Sánchez Paniagua**

**Asunción Martín Allueva**

Facultad de Veterinaria de Zaragoza

Curso 2018-2019

# INDICE

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	3
1. CHOCOLATE.....	3
1.1. Origen del chocolate.....	3
1.2. Elaboración del chocolate.....	4
1.3. Consumo de chocolate.....	7
1.4. Beneficios del consumo de chocolate.....	9
1.5. Legislación sobre el chocolate.....	11
2. AZÚCAR.....	12
2.1. Fuentes del azúcar y producción mundial.....	12
2.2. Propiedades funcionales del azúcar.....	14
2.3. Efectos perjudiciales del abuso de azúcar.....	16
2.4. Legislación sobre el azúcar.....	18
3. ESTRATEGIAS PARA LA REDUCCIÓN DE AZÚCAR EN CHOCOLATES.....	19
3.1. Métodos y tecnologías para la reducción de azúcar en chocolates.....	19
3.2. Metodología para realizar una evaluación sensorial de chocolate.....	23
OBJETIVOS.....	27
MATERIAL Y MÉTODOS.....	27
1. Búsqueda bibliográfica.....	27
2. Análisis sensorial.....	28
3. Estudio de mercado.....	30
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
1. Evaluación sensorial de chocolates con y sin azúcar y chocolates con diferente textura.....	31
1.1. Chocolate con leche con y sin azúcar.....	31
1.2. Chocolate negro con y sin pepitas de chocolate.....	34
2. Otros estudios.....	37
2.1. Sustitución del azúcar por edulcorantes.....	37
2.2. Factores del azúcar que afectan a la percepción de la dulzura en chocolates.....	39
3. Estudio de mercado.....	40
CONCLUSIONES.....	45
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
ANEXOS.....	51

# RESUMEN

El chocolate es un producto elaborado con cacao en polvo o pasta de cacao y azúcar molido, con la adición o no de manteca de cacao. Puede tener efectos beneficiosos para la salud, pero se trata de uno de los alimentos más consumidos en todo el mundo y en muchas ocasiones se consume sin control. Su sabor dulce es una de las razones de su éxito y es que el chocolate, en especial el chocolate con leche y el chocolate blanco, tiene un alto contenido de azúcar. Este ingrediente puede llegar a ser muy adictivo y consumirlo en exceso puede derivar en problemas de obesidad y enfermedades cardiovasculares. Para evitar estos problemas se ha propuesto reducir el azúcar en chocolates mediante diferentes estrategias; reformulación del producto, reducción gradual, integración multisensorial y distribución heterogénea.

En este estudio, se realizó una evaluación sensorial con 46 panelistas no entrenados para evaluar dos estrategias; la reformulación del producto, mediante la comparación de dos chocolates con leche, uno con azúcar y otro elaborado con maltitol, y la distribución heterogénea, mediante la comparación de dos chocolates negros, uno con pepitas de chocolate y otro sin pepitas. El análisis sensorial se llevó a cabo en la Planta Piloto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos de la Universidad de Zaragoza. Se realizó además un estudio de mercado mediante una encuesta lanzada a través de diferentes redes sociales y para completar los resultados se realizó una búsqueda bibliográfica a través de diferentes bases de datos y con el uso de palabras clave relacionadas con el tema de la reducción de azúcar en la elaboración del chocolate.

La evaluación sensorial mostró que en general y de manera significativa, el chocolate con leche con azúcar fue mejor valorado que el chocolate con maltitol. El chocolate con maltitol fue significativamente menos dulce y con un sabor menor a chocolate. Los diferentes edulcorantes usados en la industria chocolate son una buena alternativa al azúcar, pero alteran la textura, el sabor e incluso el proceso de elaboración del chocolate. Con respecto al chocolate negro no se encontraron diferencias significativas entre ambos tipos de chocolate. El estudio de mercado, con 538 respuestas, mostró que el chocolate es un producto muy popular, en especial el chocolate negro. También quedaron reflejados los problemas de adicción que puede llegar a tener el azúcar y la preocupación por querer comer alimentos más saludables.

**Palabras clave:** Reducción de azúcar, chocolate, maltitol, evaluación sensorial.

# ABSTRACT

Chocolate is a product made with cocoa powder or cocoa paste and ground sugar, with or without addition of cocoa butter. It can have beneficial effects on health, but it is one of the most consumed foods worldwide and is often consumed without control. Its sweet taste is one of the reasons for its success and it is the chocolate, especially milk chocolate and white chocolate, those that have a high sugar content. This ingredient can become very addictive and its excessive consumption can lead to obesity problems and cardiovascular diseases. To avoid these problems, it has been proposed to reduce sugar in chocolates through different strategies, such as product reformulation, gradual reduction, multisensory integration and heterogeneous distribution.

A sensory evaluation was carried out with 46 untrained panelists to evaluate two strategies; the reformulation of the product, by comparing two chocolates with milk, one with sugar and the other made with maltitol, and the heterogeneous distribution, by comparing two black chocolates, one with cocoa seeds and the other without seeds. The sensory analysis was carried out at the Food Science and Technology Pilot Plant of the University of Zaragoza. A market study was also performed through a survey launched over different social networks and to complete the results it was carried out a bibliographic search through different databases using as keywords words related to the topic of sugar reduction in the chocolate making process.

In general, the sensory evaluation showed that significantly, milk chocolate with sugar was better valued than chocolate with maltitol. Chocolate with maltitol was significantly less sweet and with less chocolate flavor. The different sweeteners used in the chocolate industry are a good alternative to sugar, however, they modify the texture, taste and even the process of making chocolate. Regarding dark chocolate, no significant differences were found between both types of chocolate. The market study, with 538 responses, showed that chocolate is a very popular product, especially dark chocolate. The problems of addiction that sugar can have and the society concern for wanting a healthier product were also reflected in the results.

**Keywords:** Sugar reduction, chocolate, maltitol, sensory evaluation.

# INTRODUCCIÓN

## 1. CHOCOLATE

### 1.1. Origen del chocolate

En un principio el “chocolate” comenzó siendo una bebida astringente, grasa y de sabor desagradable (Beckett, 2008). La materia prima con la que se fabricaba era el cacao, un producto extraído de las semillas del árbol *Theobroma cacao* (Ellam y Williamson, 2013). Según un estudio, en el que diversos frascos recolectados en México se analizaron y dieron positivo para la teobromina (un componente del cacao), la primera vez que se usó este producto fue alrededor del año 1800 a 1000 a.C. (Powis, Cyphers, Gaikwad, Grivetti y Cheong, 2011). En la región de Mesoamérica (México), el cacao era uno de los productos más importantes y se utilizaba en actos sociales y rituales. Su elaboración constaba de los siguientes pasos: la fermentación de las semillas de cacao, el secado y tostado de las mismas, y su molienda para posteriormente mezclarlas con agua hasta conseguir una suspensión espesa (Henderson, Joyce, Hail, Hurst y McGovern, 2007). Esta bebida, conocida originalmente con el nombre de “xocolatl”, se podía consumir caliente o fría y era común condimentarla y aromatizarla con diferentes hierbas y especias tales como pimienta, vainilla, guindilla o incluso chile (Montañes, 2015). Originario de América, el chocolate llegó a España en el siglo XVI, más concretamente a través del Monasterio de Piedra, en la provincia de Zaragoza, en donde tuvo lugar la primera elaboración de una bebida de chocolate en Europa (Pascual, Valls y Solá, 2009). De la misma forma que hacían los aztecas, los monjes del monasterio condimentaban esta bebida con azúcar y especias tales como vainilla y canela, logrando con ello reducir el sabor amargo tan intenso y obteniendo así una bebida dulce, más fácil de consumir (Montañes, 2015). Esta bebida comenzó usándose a modo de medicina, reconstituyente, afrodisíaco y, además, era considerado como un alimento altamente nutritivo. Este producto, sin embargo, empezó siendo muy caro y sólo accesible para la aristocracia (Beckett, 2008; De La Cruz y Pereira, 2009). A comienzos del siglo XIX, los avances tecnológicos permitieron reducir el coste de su fabricación y el consumo de chocolate se hizo más popular, evolucionando desde la bebida tradicional de cacao hasta los productos de chocolate dulces que conocemos hoy en día (De la Cruz et al., 2009).

## **1.2. Elaboración del chocolate**

Para tener una mejor comprensión de las estrategias para la reducción de azúcares en el chocolate, primero debemos conocer las diferentes etapas de su elaboración. Como ya se ha mencionado, las semillas del árbol del cacao pasan por una serie de etapas que permiten aflorar las diferentes propiedades finales del chocolate tales como el sabor, el aroma, la apariencia y la textura. La calidad del chocolate dependerá, por tanto, de los diferentes tratamientos posteriores a la cosecha de las semillas siendo los más importantes, la fermentación, el secado, el tostado, el refinado, el conchado y el atemperado (Afoakwa, 2010). Este proceso de elaboración del chocolate determinará las características sensoriales y las propiedades de fusión, e influirá, por tanto, en cómo lo percibe sensorialmente el consumidor (González, Pérez, y Palomino, 2012). La primera etapa de fermentación permite reducir la acidez y maximizar el sabor y el aroma del chocolate. El secado da lugar al color marrón característico, permitiendo a su vez reducir la astringencia, el amargor y evitando la aparición de aromas y sabores no deseados tales como sabores ácidos o ahumados (González et al., 2012). Tras la trituration de las semillas, se pasa al proceso de tostado, el cual permite reducir todavía más los sabores ácidos produciendo la disminución de los niveles de algunos ácidos volátiles, tales como el ácido acético. A continuación, los granos de cacao pueden ser alcalinizados, un proceso que se lleva a cabo principalmente con el objetivo de cambiar el color (de marrón claro a rojo o incluso negro) del cacao, pero que también permite reducir la astringencia y la acidez (González et al., 2012). Seguidamente, los granos se muelen hasta obtener lo que se conoce como pasta de cacao que, una vez obtenida, se puede utilizar directamente para la elaboración de chocolate o puede pasar por un proceso de prensado a través del cual se extrae por una parte la manteca de cacao (grasa natural que los granos de cacao contienen en gran cantidad), y por otra el cacao en polvo desgrasado (Oliveras, 2007).

Antes de continuar con las siguientes etapas, es necesario explicar ciertas características que son imprescindibles para la obtención de un chocolate aceptable sensorialmente hablando. Con el objetivo de que el chocolate se sienta suave en la boca cuando se funde, las partículas del chocolate deben tener un tamaño por debajo de valores de 30-35 micras, pero no por debajo de 15-20 micras, tamaño límite de percepción por el paladar (Beckett, 2008; Sabbag, 2008; Afoakwa, 2010). Unas partículas más pequeñas permiten un mayor impacto en el aroma y el sabor pero, si estas partículas adquieren un

tamaño demasiado pequeño pueden dar lugar a una percepción demasiado empalagosa que puede ser motivo de rechazo. El tamaño final de las partículas de chocolate influye por tanto de manera crítica en sus propiedades reológicas y sensoriales. Según algunos estudios, el tamaño óptimo de las partículas de chocolate se encuentra entre 15 y 50 micras, por encima del cual los productos se consideran ásperos (Ohene, Paterson, Fowler y Vieira, 2007; Afoakwa, 2010).

El proceso de elaboración del chocolate se inicia con la mezcla de los ingredientes que lo componen siendo los principales la pasta de cacao, la manteca de cacao y el azúcar. Estos ingredientes son los que se utilizarían para el chocolate negro, pero existen otros tipos de chocolates tales como el chocolate con leche y el chocolate blanco que contienen además ingredientes lácteos, como la leche en polvo o la grasa láctea. Una vez mezclados los ingredientes se inicia la etapa de molienda y refinado, la cual tiene la finalidad de disminuir el tamaño de las partículas del chocolate y, en especial, el de los cristales de azúcar. Con esta etapa se consigue una textura suave en el producto final, evitando la sensación arenosa que pueden presentar algunos chocolates mal procesados (Lonchampt y Hartel, 2004; Oliveras, 2007). La siguiente etapa se denomina conchado, proceso que permite reducir la humedad, eliminar los ácidos volátiles y aromas no deseados, así como romper los aglomerados, redondeando los bordes de las partículas, realzando el sabor de ciertos componentes y reduciendo la viscosidad. Todo ello permite conseguir una pasta de chocolate con una textura, sabor y aroma óptimos (González et al., 2012).

De los tres ingredientes principales que componen el chocolate (pasta de cacao, manteca de cacao y azúcar), el más estudiado es la manteca de cacao, por ser el componente que rige la mayoría de sus atributos sensoriales. Previamente a explicar las últimas etapas, debemos exponer una de las propiedades más importantes de este componente, su cristalización polimórfica. Además de ser el ingrediente más caro, el proceso de cristalización de la manteca afecta a la viscosidad, al brillo y a las propiedades de fusión del chocolate (Dimick, 2000). La manteca de cacao cristaliza en seis formas polimórficas (I-VI) donde la I es la menos estable y la V la que interesa conseguir, ya que es la más estable, proporciona el brillo característico del chocolate y permite una mayor vida útil durante el almacenamiento. La forma V, sin embargo, puede transformarse en la forma polimórfica VI, la cual es responsable del fenómeno denominado “bloom”, que consiste en la aparición de manchas blancas en el exterior del

chocolate. Estas manchas, atribuidas a la migración de la grasa hacia la superficie del chocolate reciben el nombre de “fat bloom” y son indeseables ya que afectan dramáticamente a la calidad, la aceptabilidad y la vida útil del producto (Afoakwa, 2010; Rodriguez, Baracco, Lecot y Zaritzky, 2017). Aunque este recubrimiento blanquecino se debe principalmente a la manteca de cacao también puede aparecer por la “floración” del azúcar o “sugar bloom”. En este caso se produce por un almacenamiento en condiciones no adecuadas de humedad (Lonchamp et al., 2004; González et al., 2012). Continuando con la elaboración del chocolate llegamos a la etapa del atemperado. En este punto el chocolate pasa por un proceso de enfriamiento y recalentamiento que, de forma controlada, permite una cristalización adecuada y estable. Esta etapa influye sobre la dureza, el brillo, el ritmo de solidificación, la liberación del sabor, la resistencia a la aparición del bloom y la tolerancia al calor del chocolate (González et al., 2012). Se trata por tanto de una de las etapas más importantes en la elaboración del chocolate. Finalmente, tiene lugar el enfriamiento, crítico para el brillo, la viscosidad y la vida útil del chocolate (González et al., 2012). El proceso de elaboración del chocolate se puede resumir en la imagen de la Figura 1.

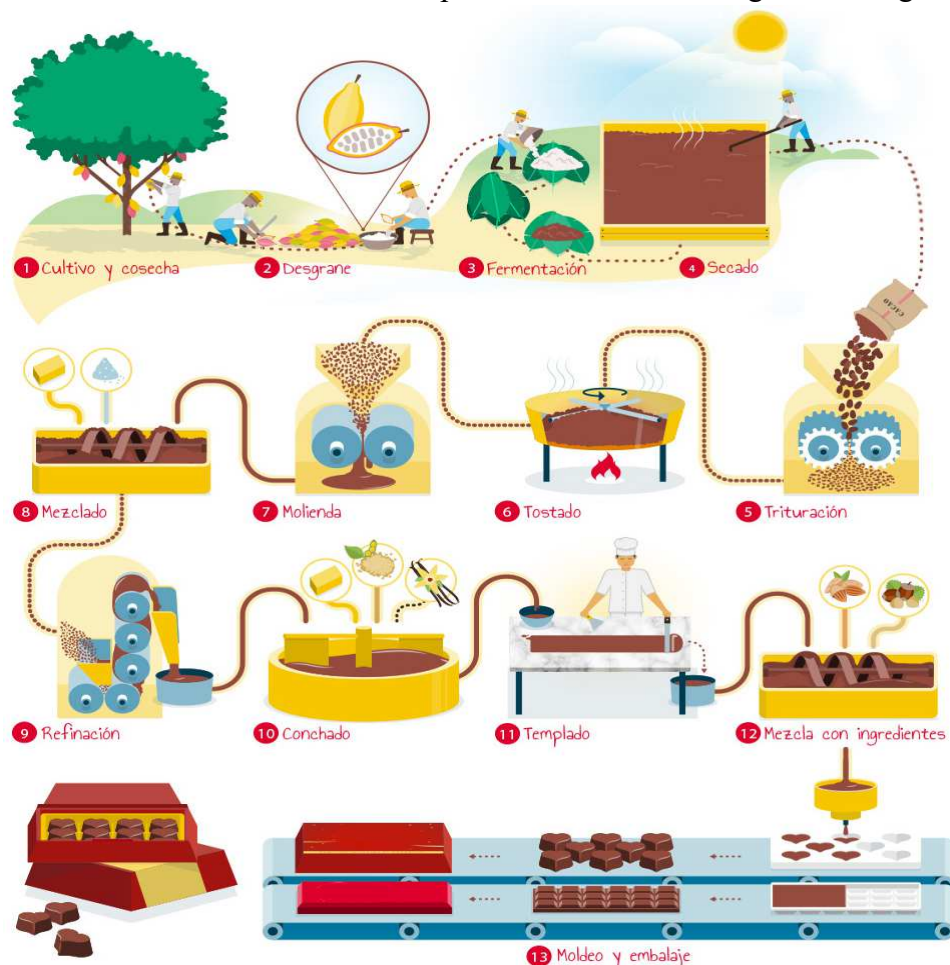
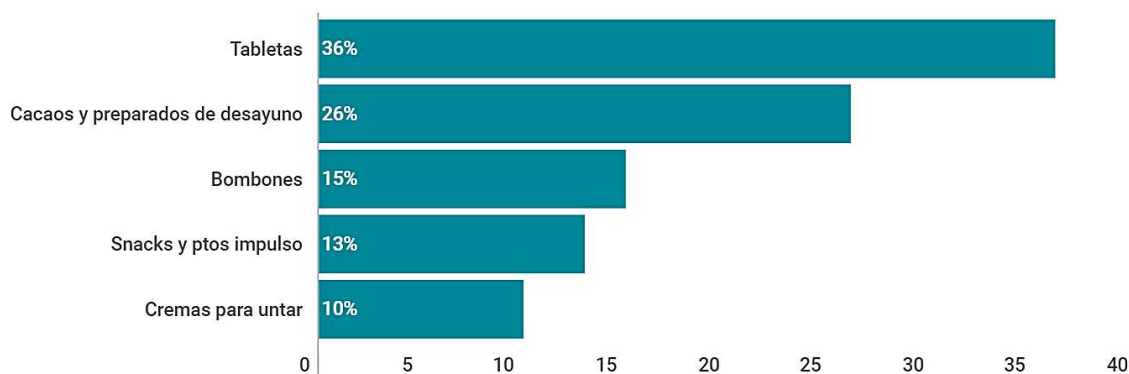


Figura 1. Etapas de la elaboración del chocolate (Anónimo, 2019).



### 1.3. Consumo de chocolate

El chocolate es uno de los alimentos más consumidos en todo el mundo y existe una gran cantidad de productos que lo incluyen, especialmente los postres. Su éxito recae sobre todo en su sabor dulce y la sensación placentera que produce en la boca (Aidoo, Appah, Dewalle, Afoakwa y Dewettinck, 2017). Se trata de un producto que es sólido a temperatura ambiente (20-25°C) pero que se derrite fácilmente dentro de la boca (37°C) debido a su contenido en grasa (manteca de cacao) (Beckett, 2008; Afoakwa, 2010). Según una encuesta realizada en España, de 690 participantes, el 54,9% prefieren consumirlo en formato de tableta, “de toda la vida”, aunque también se escogieron otros formatos tales como la bollería (19,1%), el helado (11,7%) o el chocolate a la taza (10,8%) (Anónimo, 2016). Otro estudio, también en España, mostró datos similares a los anteriores (Gráfica 1) (Monzón y García, 2017).



Gráfica 1. Consumo de chocolate en España (Monzón et al., 2017).

Teniendo en cuenta que la tableta es el formato más popular, el tipo de chocolate que más se consume es el chocolate con leche. Aunque los porcentajes de consumo varían entre las diferentes regiones, la gran mayoría coincide en que en primer lugar, optan por consumir el chocolate con leche, seguido del chocolate negro y por último, el chocolate blanco (Marketsandmarkets, 2011; Walia, 2015; Anónimo, 2016). En Reino Unido, por ejemplo, el consumo de chocolate con leche es de un 56,2% (Figura 2) (Joyce, 2018) mientras que en España es de un 45,8% (Anónimo, 2016). Cabe mencionar que en los últimos años ha surgido además un nuevo tipo de chocolate denominado chocolate rosa (Ruby). Este chocolate, con un sabor ácido y afrutado, se obtiene por los propios pigmentos del cacao sin fermentar (Lorenzana, 2018) y aunque parece tener gran popularidad entre los consumidores, al ser una propuesta reciente todavía no existen datos sobre su consumo, tales como los que encontramos para el resto de los chocolates.

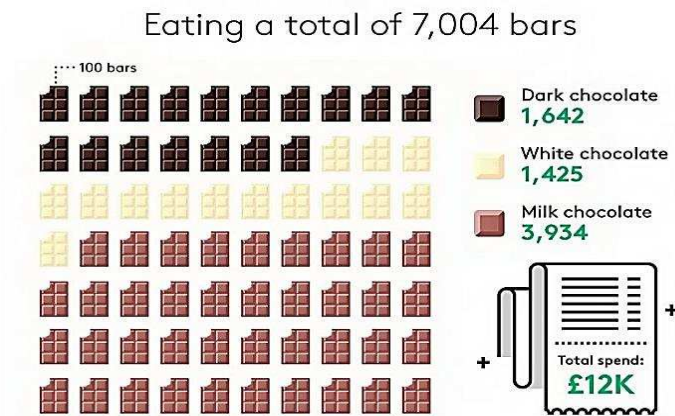
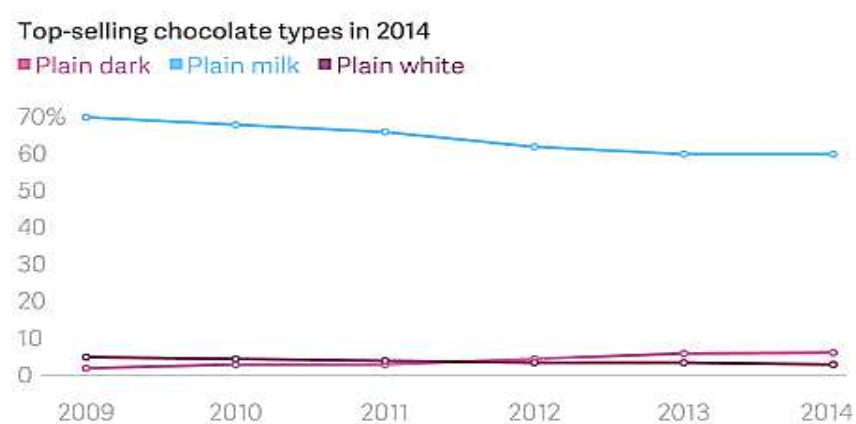


Figura 2. Proporción de los diferentes tipos de chocolates consumidos en Reino Unido. Consumo de una persona a lo largo de su vida (Joyce, 2018).

Es un hecho evidente que la preocupación por la salud se ha ido incrementando en los últimos años. A día de hoy, predomina el consumo saludable, y el chocolate es un producto con un alto contenido en grasa y en azúcar. Las personas se van informando cada vez más sobre la composición de los alimentos y se preocupan por consumir productos más saludables (Monzón et al., 2017). Por todo esto, es por lo que en los últimos años se ha aumentado la fabricación de chocolates con un alto porcentaje de cacao, que contienen hasta seis veces más antioxidantes que los chocolates convencionales. Un estudio sobre el consumo de chocolate en la India mostró esta tendencia (Gráfica 2) (Walia, 2015). Por otro lado, en el caso de España, el consumo de chocolate negro en 2016 representó el 43,3% del total, muy cerca del 45,8% que representó el consumo de chocolate con leche (Anónimo, 2016).



Gráfica 2. Venta de chocolate con leche (azul), negro (violeta) y blanco (morado) entre 2009 y 2014 en India (Gráfica obtenida de Walia, 2015)

Esta tendencia viene influenciada no sólo porque el chocolate negro contiene menos azúcar que el resto de chocolates, sino porque además, cuanto mayor es el porcentaje de cacao, más efectos positivos tiene el chocolate para la salud.

## **1.4. Beneficios del consumo de chocolate**

A pesar de los aspectos negativos que se atribuyen al chocolate con respecto a su relación con la obesidad, las caries, el acné y la migraña, la evidencia científica es que realmente no juega un papel especialmente significativo en ninguno de ellos. Siempre y cuando se consuma en cantidades normales como parte de una dieta equilibrada, el chocolate resulta beneficioso para la salud (Beckett, 2008; Pascual et al., 2009).

En los últimos años, se ha observado que el chocolate tiene efectos sobre el comportamiento humano y que puede contribuir de manera positiva en la salud. Siempre que se haga un consumo responsable, el chocolate puede reducir o retrasar el riesgo de enfermedades crónicas, tales como las enfermedades cardiovasculares, el cáncer y otras enfermedades relacionadas con la edad. Asimismo, se le atribuyen propiedades antioxidantes, disminución de la presión arterial, aumento de la sensibilidad a la insulina y modulación de la función inmunológica y la inflamación (Afoakwa, 2010). En muchos países, al chocolate se le atribuyen cualidades afrodisíacas, y es debido a que durante su consumo se liberan compuestos como la feniletilamina y la serotonina, hormonas que tienen efecto directo sobre la mejora del estado de ánimo. De la misma forma, su naturaleza dulce y grasa estimula el hipotálamo y da lugar a una sensación placentera y de euforia (Afoakwa, 2010).

Los compuestos por los cuales se considera el cacao como una fuente de antioxidantes son aquellos presentes en los granos de cacao, los polifenoles y los alcaloides. Estos suponen entre un 14% y un 20% del peso del grano y su principal función es proteger a las células contra el estrés oxidativo (Beckett, 2008; Pascual et al., 2009; Afoakwa, 2010). Dentro de los polifenoles encontramos tres grupos: proantocianidina (58%), catequinas (37%) y antocianinas (4%), siendo el primero y el último grupo los de mayor interés por ser los precursores del color del chocolate (González et al., 2012). Con respecto a los alcaloides, la teobromina es la que se encuentra en mayor concentración. Esta posee efectos diuréticos y relajantes, reduce la presión arterial y estimula el sistema nervioso (Sabbag, 2008). La concentración de estos alcaloides, junto con los polifenoles, hace del chocolate un alimento con numerosas propiedades beneficiosas.

Diversos estudios han demostrado que consumir chocolate reduce el riesgo cardiovascular, la presión arterial, el índice de aterogenicidad, la resistencia a la insulina

y el colesterol LDL, junto con un aumento del colesterol HDL y una mejora de la función plaquetaria (Pascual et al., 2009; Afoakwa, 2010). En el sistema inmunitario se ha visto que estimula la función linfocitaria y la secreción de citoquinas (Pascual et al., 2009). También presenta efectos inmunorreguladores inhibiendo la proliferación de los linfocitos T, la disminución de la secreción de la interleuquina 2 y la disminución en la producción de inmunoglobulinas por los linfocitos B (Pascual et al., 2009).

El consumo de cacao puede ser beneficioso incluso para personas obesas y diabéticas. Un estudio sobre ratones obesos diabéticos mostró que la suplementación de la dieta con una bebida de cacao redujo la presión arterial y la glucemia. También se relacionó el consumo de chocolate negro con un efecto antiinflamatorio en un estudio realizado en personas sanas, pero solo cuando el chocolate era consumido en pequeñas porciones (20 g cada 3 días) (Pascual et al., 2009). Al consumir grandes cantidades de chocolate, el exceso de calorías puede contrarrestar los efectos beneficiosos del cacao (Pascual et al., 2009). Además, en el caso de que se consuma en exceso, el chocolate es un producto que tiene un alto porcentaje de azúcar y este ingrediente puede tener un efecto negativo en la salud y llegar a resultar muy adictivo. Por otra parte, el chocolate contiene triptófano, considerado como un precursor de la “hormona de la felicidad”, pero también sustancias adictivas como la cafeína y la teobromina. De todo lo expuesto, se entiende que para poder explotar al máximo los beneficios del chocolate, éste debe consumirse en una proporción adecuada. De no ser así, una privación posterior del chocolate podría dar lugar a signos de abstinencia, tal y como se ha visto que sucede con el azúcar (Colantuoni et al., 2002; Martínez, 2015).

Como es lógico, aquellos chocolates con un mayor porcentaje de cacao presentarán un mayor efecto antioxidante y sus efectos beneficiosos previniendo el riesgo cardiovascular serán mayores. En relación a esto, el chocolate blanco, elaborado con manteca de cacao y leche, no contiene sólidos de cacao por lo que, a diferencia del chocolate con leche y el chocolate negro, carece de los efectos beneficiosos que aporta el cacao (Pascual et al., 2009; Afoakwa, 2010). A pesar de que el chocolate blanco es rico en calcio por su alto contenido en leche, también es altamente calórico por ser rico en azúcares y grasas. Con todo esto, podemos decir que, en el caso de querer buscar la opción más saludable dentro del consumo de los chocolates, el chocolate con leche y, en especial, el chocolate negro son las mejores opciones para obtener los beneficios del cacao, sin tener que privarnos del placer de comer un producto dulce.

## 1.5. Legislación sobre el chocolate

Según el Código Alimentario Español el chocolate se define como un producto obtenido de la mezcla de cantidades variables de cacao en polvo o pasta de cacao y azúcar molido, con la adición o no de manteca de cacao. Como mínimo, el chocolate deberá tener un 35% de cacao y el contenido de cacao seco desengrasado no deberá ser nunca inferior al 14% ni el de la manteca de cacao inferior al 18% (expresado sobre materia seca) (Tabla 1). Cuando hablamos de chocolate con leche, este se encuentra definido como un producto igual al anterior, pero con la adición de leche, ya sea desengrasada o no (Tabla 1). Por último, según el Real Decreto 1055/2003, el chocolate blanco es el producto obtenido a partir de manteca de cacao, leche o productos lácteos y azúcares y que contiene, como mínimo, un 20% de manteca de cacao y, al menos, un 14% de extracto seco de la leche procedente de la deshidratación parcial o total de leche entera, semidesnatada o desnatada, de nata, nata parcial o totalmente deshidratada, de mantequilla o de materia grasa láctea, del que un 3,5% como mínimo corresponderá a materia grasa láctea (Tabla 1).

En el artículo 3.25.57 del Código Alimentario Español, en el que se explican las manipulaciones aceptadas para el chocolate y derivados, se permite reemplazar parcialmente la sacarosa por glucosa, fructosa o lactosa, en cantidades no superiores al 5% del peso total del producto terminado, sin declaración específica. En el caso de superar estas cantidades será necesario mencionarlo cuantitativamente en la etiqueta.

	<b>Chocolate</b>	<b>Chocolate Leche</b>	<b>Chocolate Blanco</b>
<b>Cacao total</b>	35	25	0
<b>Grasa cacao*</b>	18	25	20
<b>Sólidos de cacao</b>	14	2,5	0
<b>Sólidos leche</b>	0	14	14
<b>Grasa láctea</b>	0	3,5	3,5

Tabla 1. Cantida mínima (%) de los ingredientes que debe contener cada tipo de chocolate. (\*) Chocolate leche (manteca de cacao+grasa láctea). (Tabla construida a partir de (referencia legislación)

## 2. AZÚCAR

Generalmente, se habla de azúcar para referirnos al azúcar más común de todos, la sacarosa, conocida también con el nombre de azúcar de mesa. Una de sus cualidades más destacables es su dulzor, pero su función va mucho más allá, ya que tiene un papel fundamental en diversos aspectos sensoriales de los alimentos (Kitts, 2010).

La sacarosa es un carbohidrato simple resultado de la fotosíntesis de plantas y verduras (Kitts, 2010). Los carbohidratos, también llamados sacáridos, glúcidos o más comúnmente, hidratos de carbono, son moléculas compuestas de carbono, hidrógeno y oxígeno y se clasifican según el número de moléculas que los forman: monosacáridos, oligosacáridos y polisacáridos (Varzakas et al., 2012). La sacarosa, el tipo más común de oligosacárido que podemos encontrar en los alimentos, es un disacárido (Figura 3) y está formada por 12 carbonos que resultan de dos monosacáridos: la glucosa y la fructosa. Estos dos monosacáridos se encuentran ampliamente distribuidos en frutas y vegetales, ya sea de forma individual o unidos a otros (Kitts, 2010). Junto con la galactosa y la manosa, son los monosacáridos más comunes de la naturaleza, pudiéndose encontrar además de en verduras y frutas, en la leche y la miel en diferentes proporciones, como se muestra en el Anexo 1.

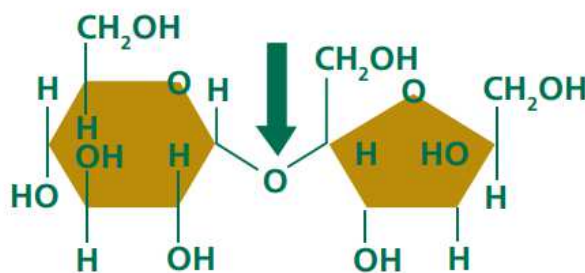


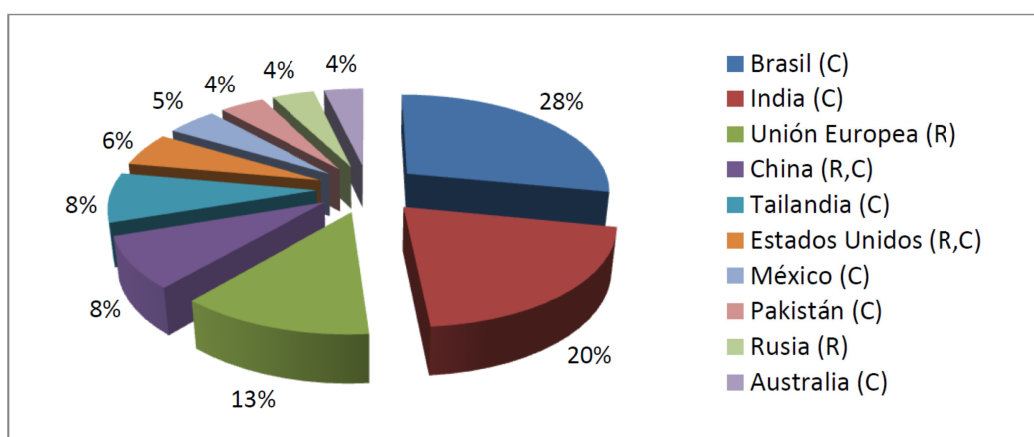
Figura 3. Molécula de sacarosa. Molécula de glucosa (izquierda) unida a una molécula de fructosa (derecha) por un enlace glicosídico (5)

### 2.1. Fuentes del azúcar y producción mundial

Todas las plantas sintetizan sacarosa, pero la caña de azúcar y la remolacha azucarera son las que la contienen en mayor concentración, por lo que son las principales fuentes para producir azúcar comercial (Kitts, 2010). La caña de azúcar contiene entre un 11 y un 17% de sacarosa aproximadamente, mientras que la remolacha azucarera tiene entre

un 13 y un 22% (Beckett, 2008). Aunque estas son las fuentes principales para la obtención de azúcar, no son las únicas, ya que existen otros azúcares que se extraen de plantas ricas en almidón, tales como el jarabe de maíz producido principalmente en EE.UU., rico en fructosa, o los azúcares extraídos de patatas, tal y como se producen en Japón (Quiles, 2013).

El azúcar se produce en más de 130 países siendo la producción de azúcar de caña dos veces y medio superior a la del azúcar de remolacha (Quiles, 2013). La producción de azúcar muchas veces depende de varios factores como el clima, las condiciones macroeconómicas o incluso, está condicionada por el contexto político (Organización para la cooperación del desarrollo económico/Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [OCDE/FAO], 2017) (Carvajal, Campos, Martínez, Jaramillo y Chávez 2018). Entre 2014 y 2016 el 76% de la producción mundial de azúcar correspondió a tan sólo unos pocos países: Brasil, India, Unión Europea, China, Tailandia, Estados Unidos, México, Pakistán, Rusia y Australia (Gráfica 3) (Carvajal et al., 2018) y se prevé que para 2026, estos países continúen siendo los primeros productores de azúcar a nivel mundial (OCDE/FAO, 2017).



Gráfica 3. Producción mundial de azúcar. Valores promedio de la producción en los años 2014-2016. (C): azúcar de caña. (R): azúcar de remolacha (OCDE/FAO, 2017; Carvajal et al., 2018)

Para 2019/2020 se calcula que el consumo mundial de azúcar superará a la producción (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2019). Se prevé además, que en 2026 el consumo mundial de azúcar aumente hasta los 203 millones de toneladas (OCDE/FAO, 2017). Estas previsiones podrían variar en función de la economía, la legislación y el valor de la moneda de los principales países importadores netos de azúcar (FAO, 2019). Ciertos países, por ejemplo, han introducido un impuesto sobre las bebidas azucaradas. En este caso, las empresas pueden o bien

aceptar dicho impuesto, en cuyo caso la compra por parte de los consumidores podría verse reducida, o bien reformular sus productos por opciones más saludables (OCDE/FAO, 2017; FAO, 2019). En adición a esto, los recientes estudios que relacionan el consumo de azúcar con efectos perjudiciales en la salud pueden dar lugar en un futuro, a un descenso en la demanda. Este descenso podría agravarse por las políticas gubernamentales y las medidas emprendedoras por parte de la industria alimentaria, tales como la reformulación de los productos hacia propuestas más saludables (OCDE/FAO, 2017).

## **2.2. Propiedades funcionales del azúcar**

El dulzor es una de las propiedades más destacables del azúcar, pero no la única. La sacarosa es fundamental en muchos de los aspectos sensoriales de los alimentos (Kitts, 2010), y hoy en día todavía no se ha desarrollado un edulcorante capaz de igualar sus características (Goldfein y Slavin, 2015). La preferencia por el sabor dulce es algo innato en los seres humanos y muchos mamíferos, y como un mecanismo evolutivo interpretamos el dulzor como algo positivo. El primer alimento de los seres humanos es la leche materna, que contiene de manera natural lactosa, un disacárido compuesto por glucosa y galactosa. La leche humana contiene 7,3 g/dl de lactosa y parece ser un nutriente específico para el primer año de vida (Juez et al., 2010). En contraste, y como un mecanismo de defensa, hay una predisposición de fuerte rechazo por los estímulos amargos. Esto se debe al hecho de que muchos de los compuestos tóxicos son amargos y, por lo tanto, se perciben en concentraciones mucho más bajas que los compuestos dulces (Spillane, 2006).

El azúcar es un producto muy dinámico en cuanto a sus funciones y no solo se utiliza como edulcorante. Sus propiedades abarcan diferentes aspectos dentro de la industria alimentaria e incluso en otros sectores tales como la industria farmacéutica. El motivo por el cual este producto tiene un uso tan extendido se debe a sus diversas características que se exponen a continuación.

### ***2.2.1. Aporte de dulzor y equilibrio en el sabor***

Esta es sin duda, una de las cualidades más destacadas del azúcar, su sabor dulce. El azúcar contribuye al perfil global del sabor al interactuar con el resto de los ingredientes. Puede mejorar y realzar los sabores naturales presentes en los



alimentos, como las verduras o las carnes cocinadas, o bien disminuir ciertos sabores no deseados, como podría ser la acidez en productos a base de frutas, o el sabor amargo del cacao en el chocolate (Goldfein et al., 2015).

El dulzor mejora la palatabilidad de los alimentos y en ocasiones, también puede favorecer el consumo de ciertos alimentos. La leche con chocolate es un ejemplo de ello, pues facilita el consumo de leche en los niños (Goldfein et al., 2015). El dulzor también ayuda a mejorar la palatabilidad de los alimentos en personas mayores con pérdidas quimiosensoriales (Spillane, 2006).

### ***2.2.2. Formación de color y sabor***

Cuando se agrega azúcar a los alimentos y estos se calientan por encima de su punto de fusión, se produce la caramelización. Esto da lugar a un color marrón oscuro y un sabor y aroma a caramelo, que se utiliza en productos tales como salsas, carnes, panes, mermeladas, cafés y chocolates, entre otros (Goldfein et al., 2015).

### ***2.2.3. Volumen y textura***

Además de aportar un sabor dulce, la sacarosa también actúa como agente de carga, aporta volumen y textura a los alimentos (Rodríguez et al., 2017). La cantidad de azúcar puede afectar al tamaño de los cristales de hielo en la fabricación de helados y otros postres congelados, dando lugar a una textura más dura (Di Monaco, Antonella, Cabisidan y Cavella, 2018). En productos como el chocolate, la cantidad de sacarosa, que es de un 30-60%, aporta propiedades multifuncionales de volumen y textura importantes, que afectan directamente a las propiedades sensoriales del mismo (Aidoo et al., 2017).

### ***2.2.4. Fermentación***

Hoy en día se conoce muy bien el papel de los procesos de fermentación en los productos lácteos y en panadería. Las bacterias lácticas utilizan la lactosa de la leche como nutriente. Los productos derivados de la fermentación contribuyen al sabor y al aroma final de estos productos, afectando también a la viscosidad y la sensación en boca (Goldfein et al., 2015).

### ***2.2.5. Conservación***

El azúcar es un compuesto higroscópico, es decir, que tiene la capacidad de absorber el agua del ambiente. Esta característica reduce la actividad del agua de los alimentos y ayuda a preservar y prolongar la vida útil de los mismos (Goldfein et al., 2015)

(Beckett, 2008). En productos horneados el azúcar actúa como humectante y evita el secado y la rigidez de estos, aumentando así su vida útil (Goldfein et al., 2015).

#### **2.2.6. Otros**

En medicina se utiliza como excipiente para facilitar el uso de los fármacos. Aporta consistencia, forma, sabor y ayuda a controlar la liberación de los ingredientes activos en el lugar donde se requiere que actúen (Goldfein et al., 2015).

A pesar de todas estas cualidades beneficiosas que el azúcar aporta a la industria alimentaria, el desconocimiento y la falta de información de la población ha dado lugar a una guerra abierta contra el azúcar, pues se cree que su consumo puede provocar ciertas enfermedades cardiovasculares. Sin embargo, estos problemas únicamente surgen cuando se consume sin control y en cantidades por encima de lo recomendado.

### **2.3. Efectos perjudiciales del abuso de azúcar**

En los últimos años el consumo de azúcar ha ido en aumento y este sobreconsumo está dando lugar a ciertos efectos perjudiciales para la salud, que incluso en ciertos países desarrollados se han llegado a considerar como epidemias. El azúcar es beneficioso y necesario en muchos aspectos, pero un consumo en exceso puede originar efectos negativos para la salud, tales como:

#### **2.3.1. Obesidad**

El exceso de azúcar consumido se convierte en grasa y la principal consecuencia de esto deriva en el aumento del peso corporal (Martín, 2018). La ingesta de alimentos que contienen azúcares refinados y constituyentes de alta densidad calórica ha aumentado significativamente en el último siglo y se ha relacionado con trastornos metabólicos como la diabetes tipo II, la obesidad y enfermedades cardiovasculares (Goldfein et al., 2015; Spillane, 2006). En España, dentro de los alimentos con mayor cantidad de azúcares añadidos, encontramos el chocolate, donde la cantidad de azúcar que se le añade representa un 11,4% del total, justo por debajo de la bollería, con un 15,2%. En la primera posición, encontramos los refrescos azucarados, cuya cantidad de azúcares añadidos representa un 25,5% (Martín, 2018).

El 54% de la población adulta y el 40% de la población infantil española tienen sobrepeso y esto hace que España, esté entre los primeros puestos en Europa como uno de los países con mayor tasa de obesidad (Agencia Española de Consumo,

Seguridad Alimentaria y Nutrición [AECOSAN], 2019). Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la tendencia ascendente de la obesidad, sobre todo en los últimos años, podría derivar hacia una “obesidad epidémica” (Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar social [MSCYBS], 2018). Esta enfermedad mantiene una clara relación con el exceso de azúcar pero todavía no se ha demostrado que esto sea la única causa que la produzca. La falta de ejercicio y la alimentación poco saludable también contribuyen al desarrollo de esta enfermedad (Martín, 2018).

Por todo lo mencionado, la ingesta de azúcar, en especial la de sacarosa, suscita gran interés entre la comunidad científica mundial y durante las últimas cuatro décadas se han iniciado numerosos estudios químicos para explorar sustancias alternativas bajas en calorías con alto potencial edulcorante (Spillane, 2006; Gómez et al., 2013). En 2005 el consumo promedio anual por persona de azúcar era de 25 kg (OCT, 2005). En España, se calcula que se consumen 1.300.000 toneladas de azúcar al año, aproximadamente (Gómez et al., 2013). Las cifras para el 2030 son todavía más alarmantes y es que se estima un aumento de la obesidad de más del 5% llegando a superar el 20% de la población en España (Martín, 2018).

### **2.3.2. Adicción**

La razón por la cual no podemos renunciar a los alimentos dulces es porque nos proporcionan un placer sensorial muy intenso (Dinicolantonio, O’Keefe y Wilson, 2018). Los alimentos sabrosos, tales como los dulces, liberan opioides cerebrales y dopamina en el sistema límbico (Colantuoni et al., 2002), dos sustancias relacionadas con el placer (Hugh, Hemmings y Talmage, 2013). Esto puede conducir a que una persona pueda volverse adicta al azúcar debido a la dependencia que producen sus propios opioides endógenos (Colantuoni et al., 2002). Algunos estudios sugieren incluso, que los azúcares añadidos refinados son adictivos de la misma forma que la cocaína, la nicotina, el alcohol, el tabaco y la cafeína (Dinicolantonio et al., 2018). De hecho, consumir glucosa puede disminuir la necesidad de consumir tabaco y prevenir los síntomas de abstinencia (Hugh et al., 2013; Dinicolantonio et al., 2018) (). Esto indica que la recompensa recibida y los “antojos” de consumir productos con azúcares añadidos podrían ser comparables a los que ejercen las sustancias adictivas. La restricción de productos con un alto contenido en azúcar produce el mismo “efecto rebote” que se produce al evitar consumir drogas como la cocaína o el alcohol (Colantuoni et al., 2002; Dinicolantonio et al., 2018).

Actualmente, existe una mayor preocupación por el consumo de alimentos saludables. Sin embargo, en muchos casos el desconocimiento y la deficiente comprensión de la composición de muchos productos, hace que el consumo de azúcar se siga incrementando año tras año (Martín, 2018). La identificación de los productos con un exceso de azúcares añadidos es importante para orientar al consumidor, sin embargo no hay alimentos buenos o malos, sino una dieta bien o mal equilibrada. Para conseguir que la población siga unos hábitos saludables existen diferentes estrategias que promueven la actividad física y una correcta educación nutricional en el ámbito familiar, escolar y comunitario (Martín, 2018; MSCYBS, 2018).

## **2.4. Legislación sobre el azúcar**

A consecuencia de la tendencia de la Unión Europea hacia una alimentación más saludable, el Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social, a través de AECOSAN, ha propuesto un PLAN de colaboración para la mejora de la composición de los alimentos y bebidas. El plazo que establece el PLAN es de tres años, 2017-2020 y está alineado con las políticas europeas de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y de la Unión Europea (EU) (Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición [AECOSAN], 2018).

La reformulación de los productos es una estrategia que se impulsa en España desde 2005 (AECOSAN, 2018). Actualmente, el segmento de la población que busca productos más saludables, entre ellos, con azúcares reducidos, está en aumento. Este hecho es algo que las empresas tienen en cuenta a la hora de diseñar el etiquetado de sus productos, así como la información que incluyen en sus envoltorios. El Reglamento 1924/2006 nos aporta algunos ejemplos que las empresas pueden utilizar para transmitir que un producto tiene un menor contenido de azúcar:

### ***Bajo contenido de azúcares***

Solamente podrá declararse que un alimento posee un bajo contenido de azúcares, así como efectuarse cualquier otra declaración que pueda tener el mismo significado para el consumidor, si el producto no contiene más de 5 g de azúcares por 100 g en el caso de los sólidos o 2,5 g de azúcares por 100 ml en el caso de los líquidos.

### ***Sin azúcares***

Solamente podrá declararse que un alimento no contiene azúcares, así como efectuarse cualquier otra declaración que pueda tener el mismo significado para el consumidor, si el producto no contiene más de 0,5 g de azúcares por 100 g o 100 ml.

### ***Sin azúcares añadidos***

Solamente podrá declararse que no se han añadido azúcares a un alimento, así como efectuarse cualquier otra declaración que pueda tener el mismo significado para el consumidor, si no se ha añadido al producto ningún monosacárido ni disacárido, ni ningún alimento utilizado por sus propiedades edulcorantes. Si los azúcares están naturalmente presentes en los alimentos, en el etiquetado deberá figurar asimismo la siguiente indicación: «CONTIENE AZÚCARES NATURALMENTE PRESENTES».

## **3. ESTRATEGIAS PARA LA REDUCCIÓN DE AZÚCAR EN CHOCOLATES**

A pesar de que actualmente se conoce que el chocolate contiene una gran cantidad de propiedades beneficiosas (Beckett, 2008; Pascual et al., 2009; Afoakwa, 2010), también es cierto que ocupa el tercer puesto dentro del ranking de los alimentos con más azúcares añadidos (Martín, 2018). Teniendo en cuenta el elevado contenido en azúcar del chocolate, este producto se ha visto afectado indirectamente por todos los efectos negativos con los que se relaciona (Monzón et al., 2017). Por esto y para que los beneficios del chocolate no sean eclipsados por la “mala reputación” de los azúcares añadidos, se han propuesto diversas soluciones con el objetivo de enfrentarse al aumento descontrolado de la obesidad, así como al resto de enfermedades relacionadas con una dieta altamente calórica.

### **3.1. Métodos y tecnologías para la reducción de azúcar en chocolates**

A continuación, se expondrán las estrategias que se aplican para reducir los azúcares, así como los avances recientes en los nuevos enfoques utilizados para la reducción de azúcar y su aplicación en el chocolate:

### 3.1.1. Reformulación del producto

Este método es una manera efectiva para reducir o sustituir completamente el contenido de azúcar en chocolates. Este proceso, sin embargo, requiere de ciertas mejoras para prevenir la pérdida de calidad sensorial del producto. La reformulación se puede conseguir mediante el reemplazo parcial o total del contenido de azúcar del producto. Normalmente, se suelen utilizar edulcorantes alternativos y agentes de carga. Su uso dependerá de la receta del chocolate, las restricciones legislativas y las preferencias del consumidor (Di Monaco et al., 2018).

Un edulcorante es cualquier sustancia (natural o sintética) que proporciona un sabor dulce en alimentos y bebidas (Goldfein et al., 2015). Se pueden clasificar en función de tres aspectos: su contenido en calorías, su origen y su estructura química. Según su contenido en calorías pueden ser calóricos, como la sacarosa y la fructosa, o acalóricos, como la sacarina y el ciclamato. Según su origen los podemos clasificar en artificiales (sacarina, aspartamo, ciclamato) o naturales (taumatinas, molenina, esteviósidos) (Tabla 2). Por último, según su estructura química los edulcorantes se pueden clasificar en hidratos de carbono, alcoholes polihídricos, glucósidos, proteósidos y otros (Giannuzzi y Molina, 1995; García, Casado y García, 2013).

<b>Calóricos</b>	<i>Naturales</i>	Azúcares	sacarosa, glucosa, dextrosa, fructosa, lactosa, maltosa, galactosa y trehalosa, tagatosa, sucromalat
		Edulcorantes naturales calóricos	miel, jarabe de arce, azúcar de palma o de coco y jarabe de sorgo
	<i>Artificiales</i>	Azúcares modificados	jarabe de maíz de alto fructosa, caramelo, azúcar invertido
		Alcoholes del azúcar	sorbitol, xilitol, manitol, eritritol, maltitol, isomalt, lactitol, glicerol
<b>Acalóricos</b>	<i>Naturales</i>		stevia, taumatina, pentadina, monelina, luohan guo, brazzeína
	<i>Artificiales</i>		aspartamo, sucralosa, sacarina, neotame, acesulfame K, ciclamato, neohesperidina DC, alitamo, advantamo

Tabla 2. Clasificación de los edulcorantes (García et al., 2013).

Por lo general, el sorbitol, manitol, xilitol, isomalt, eritritol, lactitol y maltitol son los edulcorantes (polioles) más utilizados en la fabricación de chocolates sin azúcar (Guadalupe y Pereira, 2016). Un edulcorante ideal sería aquel con alto poder

edulcorante, incoloro, estable, agradable al gusto y sin sabores extraños, sin olor, que se solubilice rápido y que sea funcional y económico, que no produzca caries y que pueda ser metabolizado sin ningún problema y por último que no sea tóxico (Giannuzzi et al., 1995). Como es difícil encontrar un edulcorante con estas características, lo que se suele hacer es combinarlos con algún edulcorante de alta intensidad (O'Donnell y Kearsley, 2012), en el caso de que el poder edulcorante sea insuficiente y con agentes de carga para obtener a su vez las mismas características que se obtienen con la sacarosa, como por ejemplo, la textura (Palacio, Hurtado, Arroyave, Cardona y Martínez, 2017).

Dentro de los edulcorantes de alta intensidad y teniendo en cuenta que el poder edulcorante de la sacarosa es igual a 1, podemos encontrar el neotame, con un poder edulcorante entre 8.000 y 13.000 veces superior al de la sacarosa. Después de este, encontramos la taumatina, con un poder edulcorante de entre 2.000 y 3.000 veces superior, la sucralosa (600), la sacarina (500), la stevia (300), el aspartamo y el acesulfame K (200) (Roger, Depypere, Ohene y Dewettinck, 2013). Como ya hemos mencionado, estos edulcorantes se utilizan cuando se usan edulcorantes de carga, como los polioles, unos edulcorantes cuyo poder edulcorante suele estar por debajo del poder edulcorante del azúcar (O'Donnell et al., 2012).

### ***3.1.2. Reducción gradual***

Un paso más allá de la reformulación consiste en la reducción gradual del contenido de azúcar en los productos. Se sabe que este tipo de método ha tenido éxito en el Reino Unido para reducir el consumo de sal, y de la misma forma se podría reducir, de forma lenta y progresiva, el contenido de azúcar en los alimentos. De esta manera, se podría acostumbrar gradualmente a los consumidores para que su consumo en azúcar fuera cada vez más reducido. Para que este método tenga éxito se debe tener en cuenta la reducción máxima de azúcar no detectable para los consumidores. Según un estudio de reducción gradual de azúcar en leches con sabor a chocolate, es posible realizar una reducción del 6,66% en la concentración de azúcar sin afectar a la percepción del producto por parte de los consumidores (Oliveira et al., 2016). Por otro lado, en ese mismo estudio se aportan datos de diferentes estudios en los que se afirma que se puede proceder a una reducción de la concentración de azúcar por debajo del 30% en leche con sabor a chocolate sin afectar a la percepción hedónica

de los consumidores. Ciertamente, estos resultados pueden variar según el producto y la reducción gradual deberá ser estudiada de forma específica para las diferentes categorías de productos.

### ***3.1.3. Integración multisensorial***

Los olores se asocian frecuentemente con el sentido del gusto y la dulzura es uno de los descriptores más comunes aplicados a los olores (Verhagen y Engelen, 2006). Ciertos aromas, tales como la fresa, la vainilla o el aroma de caramelo, se asocian con un sabor dulce y la integración multisensorial se sirve de esto para conseguir que la adición de estos aromas aumente la sensación dulce del chocolate (Spence, 2015; Di Monaco et al., 2018).

Aunque el olfato es uno de los sentidos más destacados, el sentido de la vista también afecta a la percepción del gusto (Spence, 2015). Un estudio, realizado con una mousse de fresa congelada, mostró que este postre era calificado un 10% más dulce, un 15% más sabroso y significativamente mejor cuando se comía sobre un plato blanco en lugar de un plato negro (Spence, 2015). Aplicado al chocolate, esto se puede tener en cuenta a la hora de escoger el color del envoltorio o incluso los adornos que se ponen en algunos productos como los turrones o las chocolatinas.

### ***3.1.4. Distribución heterogénea***

La mejora de un producto se puede llevar a cabo mediante la modificación de su textura, modificando las propiedades de liberación y descomposición de los diferentes ingredientes y/o la distribución heterogénea de los estímulos dentro del producto que permitan la intensificación o la mejora de la sensación dulce (Di Monaco et al., 2018). Se ha visto, por ejemplo, en chocolate negro, que al cambiar la distribución del tamaño de las partículas, se obtiene un sabor de cacao más fuerte con menos cantidad de cacao presente (Afoakwa, 2010).

### ***3.1.5. Otros métodos***

Existen otros tipos de métodos para la reducción del consumo de azúcar que no se basan tanto en la manipulación de los alimentos por parte de las empresas, sino en la modificación de los hábitos de consumo de la población. Promoviendo una correcta educación alimentaria y nutricional, sería posible una mejor alimentación por parte de la población. Asimismo, la oferta de charlas y conferencias sobre los alimentos así



como las recomendaciones de consumir un tamaño razonable de las porciones, enfocándose en dietas sanas y saludables, son esenciales. Por otro lado, los fabricantes pueden apoyar esta iniciativa alentando a los consumidores a reducir el consumo de azúcar mediante publicidad responsable (Di Monaco et al., 2018).

### **3.1.6. Nuevas tecnologías**

Junto con los diferentes métodos propuestos, se han desarrollado también diferentes alternativas tecnológicas. Los consumidores son cada vez más conscientes de la nutrición y su relación con la salud, y esto ha llevado a las empresas a innovar en nuevos productos con una menor cantidad de azúcar. Dentro de estas podemos destacar la empresa de confitería Nestlé que, concienciada con la producción de alimentos más saludables ha diseñado un azúcar “poroso” y de rápida disolución que permite estimular más rápido las papilas gustativas. Con esta nueva tecnología han conseguido la elaboración de chocolates con hasta un 40% menos de azúcar (Tovar, 2018).

Por el momento, de los cuatro métodos descritos con anterioridad, la reformulación del producto y la reducción gradual son las más utilizadas para conseguir la reducción del consumo de azúcar. Tanto la integración multisensorial como la distribución heterogénea son estrategias que se han utilizado principalmente para la reducción de sal en los alimentos, y podrían llegar a ser útiles en la reducción de azúcar en chocolate, aunque no se han ensayado todavía a este nivel (Di Monaco et al., 2018).

## **3.2. Metodología para realizar una evaluación sensorial de chocolate**

Una evaluación sensorial nos permite conocer el perfil organoléptico del producto y la preferencia y la aceptación de los productos por parte los consumidores. El objetivo del análisis sensorial es evaluar la calidad de los alimentos obteniendo información esencial para el desarrollo, la mejora y la innovación de productos nuevos (Hernandez, 2005). En el caso del chocolate, la evaluación sensorial permite, por una parte, evaluar los atributos sensoriales tales como el aspecto, la textura, el olor y el sabor (Anexo 2) y por otra las preferencias del consumidor. De la misma forma y para ayudar a su evaluación del perfil organoléptico, el chocolate puede describirse con ciertos calificativos que se incluyen en el Anexo 3 (González et al., 2012).

La valoración de un alimento se percibe a través de uno o más sentidos (Hernández, 2005). En el caso del chocolate, el sabor es el atributo más importante y este se percibe a través del olfato (aroma), el gusto (sabor) y el tacto (textura) durante su consumo (Afoakwa, 2010). El aroma se percibe tanto a través de los olores como de los sabores y es que la boca y la nariz, al estar conectados hace que las partículas que liberamos en la boca viajen hacia la cavidad nasal, donde las células olfativas son las responsables del 80% del sabor que percibimos (Spence, 2015; De la Cruz et al., 2009). Al evaluar el chocolate, también son importantes la apariencia (color, brillo), la sensación en boca al derretirse y el sonido que se produce al morderlo (Afoakwa, 2010). El orden por el que un consumidor detecta cada uno de los estímulos es primero, el color, seguido de la textura percibida por el tacto al tocar el alimento, la textura percibida en la boca, y por último se detecta el sabor y el sonido al ser masticado (Hernández, 2005).

Una evaluación sensorial se lleva a cabo con la finalidad de conseguir diferentes objetivos: control del proceso de elaboración, control durante la elaboración del alimento, vigilancia del producto, influencia del almacenamiento, sensación experimentada al consumirlo, evaluación de su vida útil y desarrollo de nuevos productos (Hernández, 2005).

A la hora de seleccionar a los panelistas tenemos que considerar que hay diferentes tipos y según lo que queramos evaluar deberemos seleccionar un tipo u otro. Existen los panelistas expertos, panelistas entrenados y panelistas consumidores (Hernández, 2005). Es importante tener en cuenta que, a la hora de evaluar chocolate, este puede ser evaluado por niños (frecuentemente el consumidor objetivo) o adultos, y que el lenguaje que utilizan en ambos casos cambia a la hora de describir el chocolate. Por ello, para realizar una evaluación sensorial y según cuál sea nuestro objetivo, tendremos que tener en cuenta tanto la edad como la experiencia, así como el grado de entrenamiento de los que participen en ella. A menudo, se realiza una combinación de diferentes panelistas con el objetivo de obtener unos resultados más completos (Harwood y Hayes, 2017).

Con respecto al lugar donde se realiza la evaluación sensorial, este debe ser un sitio con las mejores condiciones y que permita obtener los mejores resultados, con una infraestructura adecuada y un personal cualificado. Normalmente, se utilizan dos salas, una en la que se preparan las muestras a evaluar y otra sala en la que tiene lugar la cata por parte de los panelistas (Hernández, 2005).

Según las muestras a evaluar estas deberán prepararse y preservarse de manera adecuada teniendo en cuenta la temperatura, el tamaño y el número de muestras que se les va a presentar a los panelistas. En el caso del chocolate, al tener un tamaño pequeño, se aconseja que la muestra sea de una porción (Hernández, 2005). Si fuera necesario, también se puede hacer uso de luces de color cuando las muestras presentan diferentes colores, de la misma forma que se usa para los productos cárnicos. De esta forma se logra minimizar las posibles diferencias que pudieran ser detectadas e influyeran en la valoración, permitiendo así que los panelistas se centren en otros aspectos del chocolate tales como el sabor o el olor. El orden de presentación también es determinante en una evaluación sensorial, sobre todo si se evalúa chocolate negro, con un alto porcentaje de cacao. Este tipo de chocolate se caracteriza por sus atributos de amargor y astringencia, los cuales persisten durante un tiempo y pueden influir en las siguientes muestras. Limpiar el paladar y realizar un tiempo de espera entre cada muestra evitará los efectos de arrastre. Se ha demostrado que la mejor opción para limpiar el paladar cuando tratamos con muestras astringentes es el agua a temperatura ambiente y esta se puede acompañar además con galletas o pan sin sal. De la misma forma, el chocolate sólido se debe evaluar a temperatura ambiente ( $\sim 22^{\circ}\text{C}$ ) (Harwood et al., 2017) aunque según la región y la estación del año, esto no siempre puede cumplirse. En general, por encima de los  $28^{\circ}\text{C}$  la superficie del chocolate se derrite (De la Cruz et al., 2009). Lo más importante es que todas las muestras sean evaluadas a la misma temperatura para evitar diferencias en cuanto al sabor, la textura o la apariencia del chocolate (Harwood et al., 2017). Cuando se evalúa chocolate fundido hay que mantener un control todavía mayor sobre la temperatura, ya que este debe calentarse lo suficiente como para conseguir que se fundan los cristales de grasa, pero con la precaución de no quemar el chocolate para no alterar el sabor del mismo (Harwood et al., 2017). Para cada tipo de chocolate, así como en el caso de que se evalúen los componentes del mismo (cacao, manteca de cacao...etc.), se deberán tener en cuenta diferentes puntos críticos que tendrán que ser cuidadosamente ajustados y adaptados a cada cata. Es recomendable considerar todas estas precauciones para obtener unos buenos resultados.

Es necesario tener en cuenta las horas a las que se realiza la cata, siendo las más adecuadas una hora antes del almuerzo y dos horas después de este (Hernández, 2005). La duración de la evaluación también deberá tenerse en cuenta ya que si esta es

demasiado larga los panelistas podrían sentirse fatigados y cambiar su forma de evaluar los productos (Harwood et al., 2017).

Previamente a realizar la cata y según el objetivo que se pretenda, se deberá o no dar ciertas instrucciones específicas a los panelistas. El detalle de las instrucciones para cada cata vendrá determinado por el tipo de prueba, el tipo de panelistas y por supuesto, el objetivo del estudio.

La evaluación sensorial es una disciplina con una amplia gama de pruebas y herramientas que nos permite explorar la percepción y la reacción de los consumidores frente a los diferentes productos. En la mayoría de las ocasiones, el tiempo y el coste de las pruebas determinarán el método más adecuado (Harwood et al., 2017). Las pruebas que más se utilizan en la industria alimentaria y que se pueden aplicar a la evaluación sensorial del chocolate se resumen en la siguiente Tabla 3 (Hernández, 2005):

<b>Pruebas discriminativas</b>	Pruebas de diferenciación	Prueba de pares. Prueba de dúo-trío Prueba triangular Prueba de ordenación Prueba escalar de control
	Pruebas de sensibilidad	Umbral de detección Umbral de reconocimiento
<b>Pruebas descriptivas</b>	Escala de atributos	Escala de categorías Escala estimación de la magnitud
	Análisis descriptivo	Perfil de sabor Perfil de textura
	Análisis cuantitativo	
<b>Pruebas afectivas</b>	Prueba de preferencia	Prueba de preferencia pareada Prueba de preferencia ordenación
	Prueba de satisfacción	Escala hedónica verbal Escala hedónica facial
	Prueba de aceptación	

Tabla 3. Pruebas sensoriales aplicadas a la evaluación de los alimentos (Hernández, 2005).

Finalmente, una vez realizada la cata se procederá al análisis y representación de los resultados. Actualmente existen diferentes paquetes estadísticos tales como SAS, STATISTICA, SPSS, etc., que permiten analizar los resultados obtenidos en un análisis sensorial (Hernández, 2005).

## OBJETIVOS

- Exponer la importancia de la reducción del consumo de azúcar.
- Recopilar las diferentes estrategias que existen actualmente para llevar a cabo una reducción de azúcar en los alimentos y específicamente en el chocolate.
- Recopilar información sobre los efectos que tiene la reducción de azúcar en la elaboración y calidad del chocolate.
- Describir cómo se realiza la evaluación sensorial del chocolate.
- Realizar un análisis sensorial a un panel de consumidores sobre diferentes tipos de chocolate en los que se ha reducido el azúcar.
- Realizar una encuesta, a modo de estudio de mercado, sobre la opinión que tienen los consumidores acerca de la reducción de azúcar en la dieta y sobre los hábitos del consumo de chocolate.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### 1. Búsqueda bibliográfica

Inicialmente, se realizó una recopilación bibliográfica y una búsqueda de documentos comenzando de forma online y con el uso de palabras clave relacionadas con el tema de la reducción de azúcar en la elaboración del chocolate. Se ha tenido en cuenta realizar la búsqueda de estos términos tanto en español como en inglés y de esta forma tener un área de búsqueda mucho más amplia.

Los perfiles de búsqueda en inglés fueron; sugar, chocolate, sweetener(s), reduction, sensory evaluation, cocoa, rheology, maltitol, butter cocoa, obesity, addiction, health. Asimismo, se realizó la búsqueda con estos términos en español; azúcar, chocolate, edulcorante(s), reducción, evaluación sensorial, cacao, reología, maltitol, manteca de cacao, obesidad, adicción, salud.

Algunas de las bases de datos se consultaron a través de la Biblioteca online de la Universidad de Zaragoza. Los catálogos online consultados a través de esta fueron los siguientes: Alcorze, una plataforma que incluye los recursos de información de la BUZ, tanto de fuentes internas como externas; PubMed, que incluye el acceso a la base de datos de bibliografía médica MEDLINE; ScienceDirect, una base de datos de

investigación científica, técnica y médica; Dialnet, que incluye artículos científicos hispanos, portal especializado en ciencias humanas y sociales y por último también se consultó Google Scholar, un buscador de Google enfocado y especializado en la búsqueda de contenido y bibliografía científico-académica. De estas bases de datos se han extraído revistas, libros monográficos y artículos web. Además, también se consultaron libros físicos en la Biblioteca de la Facultad de Veterinaria de Zaragoza. Esta búsqueda se ha complementado además con algunos blogs especializados.

Por otro lado, se consultaron bases de datos para patentes; Espacenet y IVENES, ambas españolas, WIPO (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual) y Google Patent, un buscador de Google enfocado en patentes y solicitudes de patentes. Finalmente, se revisó la legislación en el Boletín Oficial del Estado (BOE), Eurlex y AECOSAN.

## **2. Análisis sensorial**

El análisis sensorial se llevó a cabo en la Planta Piloto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos de la Universidad de Zaragoza, en el campus de la Facultad de Veterinaria.

Se reclutaron 46 personas, escogidas entre familiares, amigos y conocidos, los cuales actuaron como consumidores, es decir, panelistas no entrenados. Con el objetivo de tener un panel heterogéneo, se buscaron personas de diferentes edades y sexos. Finalmente, la mayoría de los reclutados se encontraban en un intervalo de edad de entre 18 y 35 años, tan sólo un panelista fue menor de 18 años, 5 se encontraban en el rango de edad de entre 35 y 50 años y 3 de los panelistas tenían más de 50 años. Respecto al sexo, 30 fueron mujeres y 16 hombres. Los panelistas realizaron la cata en grupos de 9 personas entre las 11 h y las 12 h de la mañana y entre la 17 h y las 19 h de la tarde. Para realizar la cata los panelistas recibieron una serie de instrucciones:

### Antes de acudir al lugar de la cata:

- Comer algo ligero 1 h antes de realizar la cata y no comer nada más hasta la misma.
- No usar perfume ni colonia y evitar el uso de desodorante con olores fuertes.

### Previamente a comenzar la cata:

Mediante una pequeña charla introductoria se les explicó cómo iba a proceder la cata y la descripción del lugar donde la iban a realizar. A su vez se les entregó también las fichas de cata explicando que primero se realizaría la cata del chocolate con leche y después la cata del chocolate negro.

Durante la cata:

- Justo en el momento previo de comenzar la cata, lavar el paladar con un poco de pan y agua y repetir el proceso entre cada una de las muestras.
- No se debe chupar el chocolate. Para realizar una evaluación más uniforme, el chocolate se debe morder hasta su completo derretimiento en la boca.
- No hablar entre panelistas.

Una vez ya en la sala de cata se les fue pasando cada una de las muestras a través de la ventanilla dispuesta en cada cabina (Anexo 4).

Con esta cata se analizaron dos de las estrategias explicadas en este trabajo para la reducción de azúcar en chocolate, la reformulación de los productos y la distribución heterogénea. Para la primera estrategia se utilizó chocolate con leche y se compararon dos muestras, una con azúcar y otra con maltitol (edulcorante sustituto del azúcar) (Tabla 4). Para la estrategia de distribución heterogénea se utilizó chocolate negro del 70% y se compararon dos muestras con diferente textura, ambas con azúcar, pero una de ellas con pepitas de chocolate.

<b>Valores nutricionales medios por 100g</b>	<b>Chocolate con leche</b>		<b>Chocolate negro</b>	
<b>Tipo de chocolate</b>	<b>Chocolate con azúcar</b>	<b>Chocolate sin azúcares añadidos (maltitol)</b>	<b>Chocolate sin pepitas</b>	<b>Chocolate con pepitas</b>
<b>Marca</b>	Alcampo	Alcampo	Valor	Valor
<b>% de cacao</b>	30%	30%	70%	70%
<b>Grasas de las cuales saturadas</b>	30 g	31,8 g	36 g	37 g
	20 g	19,3 g	23 g	24 g
<b>Hidratos de carbono de los cuales azúcares</b>	57 g	34,1 g	34 g	32 g
	56 g	8,2 g	29 g	27 g
<b>Fibra alimentaria</b>	2,2 g	23,4 g	-	-
<b>Proteínas</b>	6,9 g	6 g	11 g	11 g
<b>Sal</b>	0,30 g	0,16 g	0,10 g	0,10 g

Tabla 4. Información nutricional de los chocolates usados para la cata.

El chocolate se sacó de la nevera una hora antes de comenzar la evaluación sensorial y se mantuvo a temperatura ambiente hasta la misma. Una vez en la cabina de cata, cada panelista disponía de agua a temperatura ambiente y picos de pan para limpiar el

paladar. Las muestras se presentaron de dos en dos, primero las de chocolate con leche y seguidamente las de chocolate negro. Se dispusieron dos onzas de chocolate con leche y una en el caso del chocolate negro. Se utilizó vajilla de color blanco y marcada con códigos de 3 dígitos, escogidos aleatoriamente, para cada muestra (Anexo 4).

Tras finalizar la cata se entregó una encuesta a cada panelista siendo esta la misma que se lanzó para realizar el estudio de mercado incluida en el apartado 3.

Este proceso se repitió con cada uno de los grupos de consumidores.

### ***Análisis estadístico de los datos***

1. Se elaboró una base de datos en Excel 2010 para su clasificación y procesamiento. En el análisis descriptivo de los datos de este estudio se utilizaron frecuencias (porcentajes) para las variables cualitativas, expresadas en forma de media y error estándar.
2. El análisis estadístico y la obtención de las gráficas se realizó con Excel 2010.
3. Se analizaron por un lado las muestras de chocolate con leche y por otro las muestras de chocolate negro.
4. Mediante la prueba t de Student, las diferencias encontradas se consideraron significativas cuando la probabilidad aleatoria (p) era menor a 0,05.

## **3. Estudio de mercado**

Se realizó un estudio de mercado mediante una encuesta realizada a través de la herramienta “formularios de Google”. Esta encuesta incluía 16 preguntas relacionadas sobre el consumo y la compra del chocolate y sobre los posibles hábitos de reducción de azúcar (Anexo 5).

La encuesta fue lanzada el martes 16 de julio de 2019 a través de diferentes redes sociales: WhatsApp, Facebook, Instagram, Hotmail y LinkedIn y se cerró el 16 de septiembre.



# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## 1. Evaluación sensorial de chocolates con y sin azúcar y chocolates con diferente textura

Los resultados de este estudio demuestran que tanto el uso de edulcorantes, así como la aplicación de la estrategia de distribución heterogénea altera los atributos sensoriales del chocolate. En el caso del chocolate con leche el edulcorante utilizado fue maltitol, un edulcorante ampliamente conocido por ofrecer unas características similares a la sacarosa (Van Der Schueren, Rapaille y Gonze, 1993; Petković et al., 2012; Guadalupe y Pereira, 2016). Con respecto al chocolate negro, la distribución heterogénea se aplicó mediante la adición de pepitas de cacao tostado, modificando así su textura. Diversos estudios apoyan que la distribución heterogénea permite aumentar la intensidad del dulzor (Holm, Wendin y Hermansson, 2009; Mosca, Van de Velde, Bult y Van Boekel, 2012).

### 1.1. Chocolate con leche con y sin azúcar

Como se observa en la gráfica 4, la muestra con azúcar mostró, en general, una valoración más positiva sobre la escala hedónica (Figura 4) con respecto a la muestra sin azúcar que contenía maltitol. La sustitución del azúcar por maltitol no afectó de manera significativa al aspecto externo del chocolate y en ambos casos se calificó al chocolate como bastante bueno. Los atributos del chocolate, tales como el brillo y el color, se van desarrollando a través de las diferentes etapas de elaboración del chocolate (Afoakwa, 2010; González et al., 2012). En la industria chocolatera a menudo se usa maltitol, ya que a diferencia de otros edulcorantes permite elaborar chocolate en las mismas condiciones que con la sacarosa. Esto permite, en general, la obtención de chocolates con una apariencia similar a un chocolate equivalente elaborado con sacarosa (Van Der Schueren et al., 1993; Thabuis, Cazaubiel, Pichelin, Wils y Guerin, 2010). Por otro lado, algunos estudios afirman que el maltitol proporciona además ciertas ventajas. Con respecto al brillo, se sabe que este depende de la distribución de las partículas que componen el chocolate (Dimick, 2000; Konar, 2013) y que el uso del maltitol permite la obtención de chocolates más brillantes (Konar, 2013). Este edulcorante suprime la creación de cristales y en comparación con el chocolate elaborado con azúcar, se ha observado también que el maltitol reduce la formación de glóbulos de grasa (Son et al.,

2018). Además, el maltitol posee una baja higroscopicidad y proporciona una mejor estabilización en la cristalización. Todo ello confiere al chocolate con maltitol una mayor resistencia a la aparición del “bloom” (Sokmen y Gunes, 2006; Son et al., 2018).

Sobre la intensidad del olor a chocolate, la muestra con maltitol presentó una intensidad menor que la muestra con azúcar (Gráfica 4); sin embargo, esta diferencia no fue significativa. Aunque la mayoría de los estudios afirman que el uso del maltitol no tiene efecto sobre el olor del chocolate (Van Der Schueren et al., 1993; Thabuis et al., 2010), también hay resultados que muestran que el uso del maltitol da lugar a un aroma menos pronunciado, en comparación con los productos con azúcar (Petković et al., 2012).

A la hora de apreciar los sabores, el olor juega un papel muy importante (De la Cruz et al., 2009; Afoakwa, 2010) y de la misma forma que este se detectó como menos intenso en la muestra con maltitol, el sabor a chocolate también fue calificado como menos intenso respecto al chocolate con azúcar. En este caso, y aunque la intensidad del sabor a chocolate se calificó en ambas muestras como débil, la intensidad del sabor en el chocolate con maltitol fue significativamente menor a la del chocolate con azúcar (Gráfica 4). Con respecto al dulzor, este fue el atributo que más se vio afectado por la sustitución del azúcar y es que el maltitol tiene un poder edulcorante algo menor que la sacarosa (75-90%) (Beckett, 2009). Según la lista de ingredientes, el chocolate con maltitol no incluía ningún otro edulcorante para compensar esta diferencia de dulzor y tal y como vemos en los resultados el chocolate con maltitol, fue menos dulce en comparación con el chocolate con azúcar. De la misma forma, el maltitol puede dar lugar a un leve sabor amargo (Petković et al., 2012) y según nuestros resultados y aunque las diferencias no fueron significativas, el chocolate con azúcar se calificó como menos amargo en comparación al chocolate con maltitol (Gráfica 4). Esto podría deberse a que los chocolates elaborados con este edulcorante se producen con un contenido menor de manteca de cacao (entre 2 y 15%) (Van Der Schueren et al., 1993). Esta diferencia puede modificar la viscosidad y en consecuencia alterar el aroma del chocolate y la percepción en la boca (Afoakwa, 2010). Según un estudio, en el que se analizaron emulsiones a base de lácteos, la viscosidad afectaba a los umbrales del dulzor (Zahn, Hoppert, Ullrich y Rohm, 2013). Según los resultados obtenidos en dicho estudio, variar el contenido de grasa modifica la viscosidad y, en consecuencia, el dulzor, siendo este mayor cuanto menor es la viscosidad. En este contexto, dado que la manteca de cacao es uno de los principales componentes del chocolate que influye sobre

la viscosidad (Dimick, 2000), la cantidad utilizada podría resultar de gran importancia a la hora de reformular un chocolate sin azúcar. Los sabores del chocolate se liberan en función de cómo se derrite en la boca y esto depende a su vez de la viscosidad del chocolate, lo que quiere decir que dos chocolates iguales pueden tener un sabor diferente si fluyen de forma diferente (Afoakwa, 2010).

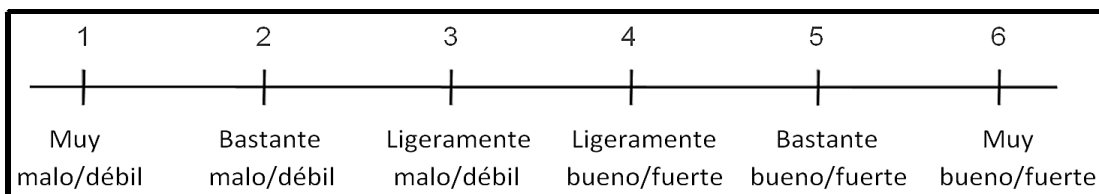
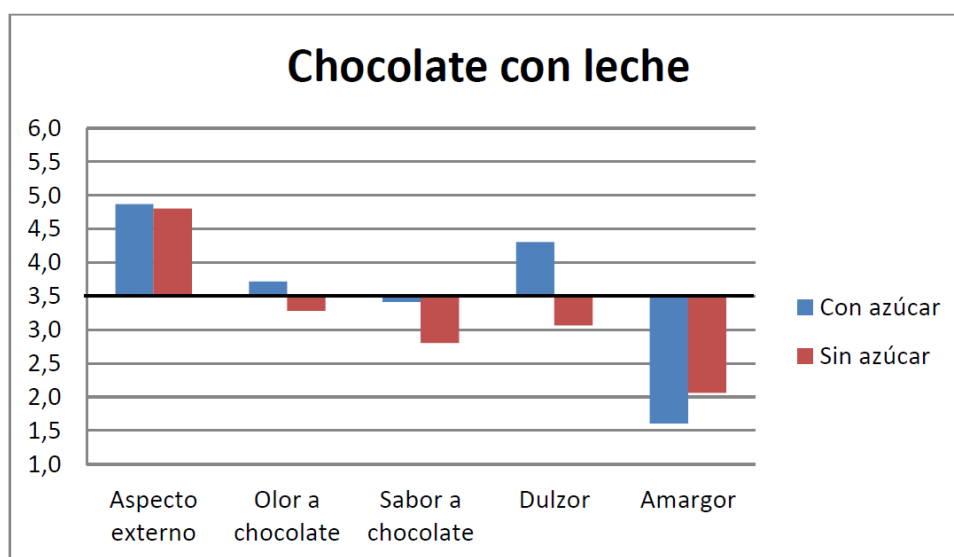
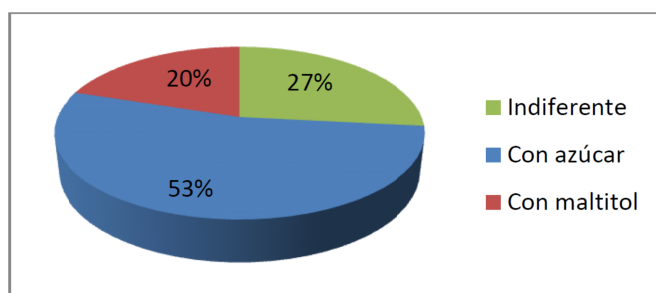


Figura 4. Escala hedónica utilizada en la cata.



Gráfica 4. Evaluación de los atributos sensoriales del chocolate con leche con azúcar y del chocolate con leche sin azúcar (con maltitol).

Finalmente, y tal y como se muestra en la Gráfica 5, el chocolate con azúcar destacó de manera significativa sobre el chocolate con maltitol, mostrando el primero un 53% de preferencia frente a un 20% del segundo. El 27% de los panelistas valoraron con la misma puntuación a ambos chocolates sin mostrar ninguna preferencia de uno por encima del otro. A pesar de que diversos estudios afirman que el uso del maltitol proporciona al chocolate unas características y unas propiedades organolépticas similares a las que se consiguen con la sacarosa (Van Der Schueren et al., 1993; Thabuis et al., 2010; Ohene, Paterson y Fowler, 2007), nuestros resultados muestran la existencia de diferencias significativas, en cuanto a la percepción del dulzor y en el sabor a chocolate.

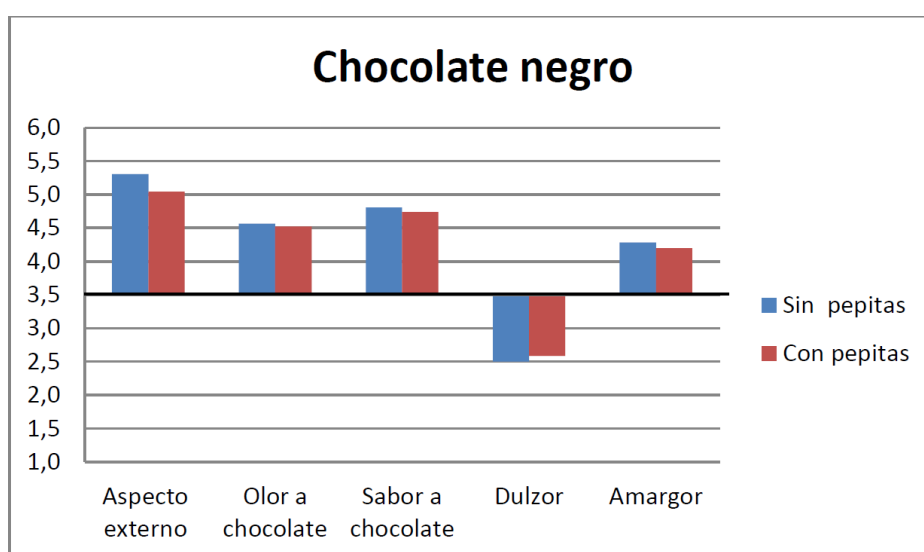


Gráfica 5. Análisis de preferencia de los panelistas por las dos muestras de chocolate con leche.

Por último, es importante considerar algunos de los comentarios que realizaron los panelistas durante la cata. Con respecto a la muestra con chocolate con leche con azúcar se describió la intensidad del dulzor como “extremadamente dulce”, “muy dulce” y “no apto para personas con debilidad dental”.

## 1.2. Chocolate negro con y sin pepitas de chocolate

Como se observa en la Gráfica 6, el chocolate sin pepitas mostró una calificación ligeramente mayor sobre la escala hedónica con respecto al chocolate con pepitas. Estas diferencias, sin embargo, no fueron significativas para ninguno de los atributos evaluados. A pesar de ello, cabe destacar que las pepitas del chocolate eran pepitas de cacao tostado, es decir, un componente con cierto amargor. En un principio sería lógico pensar que este chocolate podría ser calificado como más amargo y, en consecuencia, como menos dulce. Por el contrario, ambos chocolates se calificaron de forma similar y sin diferencias significativas en ninguno de los atributos valorados.

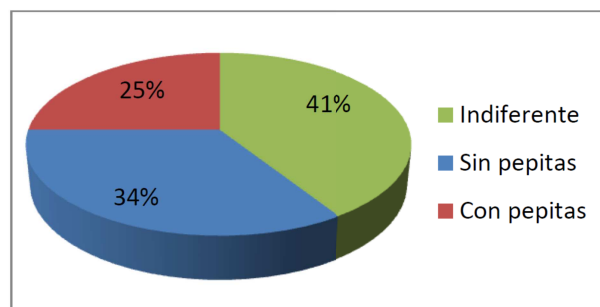


Gráfica 6. Evaluación sensorial del chocolate negro con pepitas de cacao tostado y sin pepitas.

Diversos estudios analizaron cómo se percibía su dulzor en función de la distribución de la sacarosa y los resultados mostraron que la distribución heterogénea de esta proporcionaba un dulzor más intenso con respecto a las muestras donde la sacarosa estaba distribuida de forma homogénea (Holm et al., 2009; Mosca et al., 2012). Mientras que estos estudios se realizaron con geles de gelatina con varias capas que contenían diferente concentración de sacarosa, en otro estudio se realizó un experimento similar, pero utilizando pan como material de estudio. En este caso, el estudio se enfocó en investigar el sabor salado del pan en función de la distribución de la sal y de la misma forma, la distribución heterogénea permitió aumentar la intensidad del sabor salado (Noort, Bult, Stieger y Hamer, 2010). El aumento de intensidad obtenido en este último estudio fue de un 117% lo que permitía hasta un 28% de reducción de sal sin la pérdida de la intensidad del sabor salado (Noort et al., 2010). Con todo esto, la distribución heterogénea de las pepitas de cacao de nuestro estudio debería de haber aportado un sabor más amargo y un sabor a chocolate más intenso. A pesar de ello, el chocolate sin pepitas fue el que presentó un sabor más amargo y un olor a chocolate más intenso (Gráfica 6). A la hora de consumir chocolate, la experiencia sensorial de cada consumidor es diferente, ya que la liberación de los componentes volátiles se ve influenciada por una serie de factores individuales tales como la masticación, la mezcla con la saliva y los cambios de temperatura y pH (Afoakwa, 2010). Un estudio analizó el comportamiento de los consumidores a la hora de comer chocolate y concluyeron que este varía considerablemente entre los mismos. Determinaron la existencia de tres tipos de sujetos, los “fast chewers” (masticadores exhaustivos), los “thorough chewers” (masticadores rápidos), y los “suckers” (chupones). Los dos primeros engloban a los individuos que mastican el chocolate, siendo el primero aquellos que mastican durante un período de tiempo más largo. Por otro lado, el grupo “suckers” incluye a los consumidores que chupan el chocolate en lugar de masticarlo. Esta variación puede afectar a la ingesta de chocolate, así como a los niveles de agrado del consumidor, ya que, por ejemplo, la masticación lenta disminuye la ingesta de alimento y aumenta la saciedad (Carvalho-da-silva, Van Damme, Wolf y Hort, 2011). Con el objetivo de disminuir esta diferencia entre los panelistas a la hora de comer chocolate, se les indicó que durante la cata, debían morder el chocolate hasta su completo derretimiento en la boca. A pesar de estas indicaciones, los panelistas fueron personas no entrenadas y por tanto es posible que no todos mordieran el chocolate de la misma forma. En consecuencia la experiencia sensorial pudo variar ligeramente entre los panelistas.

Según un estudio, la percepción del dulzor disminuye al aumentar la dureza (Holm, Wendin y Hermansson, 2009). En nuestro estudio, es cierto que, además de las pepitas de cacao existía una diferencia de tamaño entre las muestras, siendo la onza del chocolate sin pepitas, más gruesa que la del chocolate con pepitas. Algunos de los comentarios ofrecidos por los panelistas de nuestro estudio fueron: “bastante grueso”, “porción de tamaño considerable”, “la pieza me parece demasiado grande a la hora de morder”. Es posible, por tanto, que esta diferencia de tamaño haya derivado en que el chocolate sin pepitas, el de mayor tamaño, resultara más difícil de morder y por lo tanto se percibiera como más duro. En consecuencia, este chocolate se podría haber percibido como menos dulce. En adición a esto, muchos de nuestros panelistas también pensaron que las pepitas de chocolate eran almendras, un alimento que calificamos como dulce. Esto pudo dar lugar a que los panelistas calificaran el chocolate con pepitas como más dulce por la sensación errónea de que contenía almendras.

La aceptabilidad de un alimento por parte del consumidor se ve condicionada por sus características sensoriales. Dentro de estas, la textura es crucial incluso en aquellos alimentos donde esta no ejerce un papel aparentemente importante, ya que puede dominar la calidad de un producto (Breen, Etter, Ziegler y Hayes, 2019; Alvis, Pérez y Arrazola, 2011). En nuestro caso, parece ser que la diferencia de tamaño, así como la distribución heterogénea de las pepitas de cacao, influyeron sobre los diferentes atributos del chocolate dando lugar a que chocolates diferentes se calificaran con valores similares. Como podemos ver en la Gráfica 7, un 41% de los panelistas puntuó de la misma forma a ambos chocolates sin mostrar ninguna preferencia de uno por encima del otro. Por otro lado, y sin ser un dato significativo, el 34% de los panelistas prefirieron el chocolate sin pepitas frente a un 25% que prefirió el chocolate con pepitas.



Gráfica 7. Análisis de preferencia de los panelistas por las dos muestras de chocolate negro.

## 2. Otros estudios

### 2.1 Sustitución del azúcar por edulcorantes

Para evaluar los diferentes edulcorantes se toma como referencia la sacarosa, la cual tiene un aporte calórico de 4 kcal/g (Giannuzzi et al., 1995) y un dulzor relativo establecido como 1. A partir de estos datos, podemos ver las primeras diferencias de los edulcorantes utilizados en chocolate con respecto al poder edulcorante, así como el aporte calórico con respecto a la sacarosa (Tabla 5).

<i>Edulcorante</i>	<i>Dulzor relativo</i>	<i>Calorías por gramo</i>	<i>Dosis máxima (mg/l o mg/kg)</i>	<i>Número E</i>
<b>Sacarosa</b>	<b>1</b>	<b>4</b>		
Xylitol*	1	2,4	<i>Quantum satis</i>	E-967
Maltitol*	0,6-0,7	2,4		E-965
Isomalt*	0,45-0,65	2,4		E-953
Eritritol*	0,7	0		E-968
Lactitol*	0,35	2,4		E-966
Tagatosa	0,9	1,5	-	-
Esteviósido	300	0	270	E-960
Rebaudiósido A				
Taumatina	2000-3000	4	50	E-957
Sucralosa	500-700	0	800	E-955

Tabla 5. Características de diferentes edulcorantes con respecto a la sacarosa (Beckett, 2009; O'Donnel et al., 2012; RDL 142/2002, de 1 de febrero) (\*: si su presencia es más de un 10%, un consumo excesivo puede tener efectos laxantes)

En adición al maltitol, el cual se utiliza a menudo en la industria chocolatera, se han encontrado resultados sobre otros edulcorantes y sobre cómo afectan a la características sensoriales del chocolate:

- **Stevia:** Podemos encontrar dos tipos, el esteviósido y el rebaudiósido A, siendo el primero, el que se encuentra en mayor proporción en la planta de la que se extraen, la *Stevia rebaudiana* (Palacio et al., 2017). El principal inconveniente del esteviósido en chocolates es que les confiere una mayor dureza, adherencia y una mayor astringencia. Por otro lado, no altera el brillo y su combinación con agentes de carga (inulina y povidexrosa), impide que altere la dureza y la elasticidad del chocolate. Al combinarlo con los agentes de carga, sin embargo, altera el color debido a los cambios de rugosidad

del chocolate. En cuanto al rebaudiósido A, da lugar a un tamaño de partícula y una dureza mayor con respecto a los chocolates convencionales (Palacio et al., 2017).

- **Taumatina:** A pesar de que reduce el amargor del chocolate, da lugar a una sensación ácida y además, en grandes cantidades produce un sabor residual a regaliz (Roger, Emmanuel y Koen, 2015; Palacio et al., 2017) (). Por último, su utilización en la elaboración del chocolate aumenta significativamente su viscosidad, pero a nivel reológico y siempre y cuando se usen agentes de carga adecuados, proporciona unas características similares a las que se consiguen utilizando sacarosa (Palacio et al., 2017).
- **Azúcar de savia de palma:** Sobre el chocolate da lugar a un color más claro y a una mayor dureza y viscosidad con respecto al chocolate convencional. Este efecto se le atribuye a una menor densidad de las partículas y a que retiene más la humedad con respecto a la sacarosa (Dwi Saputro et al., 2017).
- **Xilitol:** Produce un sabor a quemado y un efecto refrescante (Beckett, 2009). Cuando se usa como único edulcorante puede producir además un sabor persistente en la parte posterior de la boca. Para reducir estos efectos negativos se puede combinar con maltitol (Olinger y Kruger, 1988). Se dice que el xilitol es beneficioso para los dientes y que actúa como un protector dental (Olinger y Kruger, 1988; Beckett, 2009) (.
- **Eritritol:** Cuando se incorpora al chocolate provoca una sensación en boca “refrescante”, un efecto no deseado en este producto. Para contrarrestar este efecto se combina con otras sustancias como la maltodextrina hidrogenada, fibras solubles, inulina y oligofructosa (Palacio et al., 2017).
- **Lactitol:** A los chocolates fabricados con este edulcorante se le pueden aplicar temperaturas de hasta 80°C sin que aparezca ningún efecto adverso sobre las propiedades del chocolate. La viscosidad que se consigue con este edulcorante es muy similar a la que se consigue con la sacarosa (Beckett, 2009).
- **Isomalt:** La fabricación de chocolates con isomalt da lugar a una mayor viscosidad en comparación a los chocolates convencionales (Ohene et al., 2007). Este edulcorante se puede utilizar en chocolates siempre y cuando no se le apliquen temperaturas por encima de 65°C ya que si no puede dar lugar a una textura terrosa (Beckett, 2009).
- **Sucralosa:** Posee un sabor relativamente limpio y dulce con poca persistencia de amargor. Tampoco afecta al color ni al brillo (Martins, André y Efraim, 2009).



Los agentes de carga más usados en la fabricación de chocolates sin azúcar son:

- **Inulina:** Tiene un poder edulcorante equivalente al 10% del poder de la sacarosa (Beckett, 2009). Se obtiene a partir de la sacarosa y existen diferentes tipos, de cadena corta o de cadena larga. Cuando la sustitución del azúcar es parcial se usan los polímeros de cadena corta y cuando la sustitución es total se utiliza inulina de alto grado de polimerización. Sobre el chocolate, la inulina influye sobre todo en la dureza (Roger et al., 2015; Palacio et al., 2017). En general, la inulina disminuye la viscosidad, pero también se ha visto que, al ser un compuesto que absorbe la humedad, puede producir el efecto contrario y aumentar la viscosidad del chocolate. Otro atributo sobre el que tiene efecto es el color, dando una coloración más oscura con respecto a los chocolates convencionales. La inulina también afecta a la cristalización de la manteca de cacao, favoreciendo su forma polimórfica más estable (V) y aumentando la vida útil del producto (Palacio et al., 2017; Rodriguez, Baracco, Lecot, Zaritzky, Campderrós, 2017). En general, y desde un punto de vista sensorial, la inulina es un agente de carga que aporta características similares a las que aporta la sacarosa en el chocolate. Su única desventaja es que reduce la suavidad y aumenta la dureza, aunque esto último puede reducirse, jugando con el contenido de grasa del chocolate (Roger et al., 2015; Palacio et al., 2017).
- **Polidextrosa:** Sin poder edulcorante, es incoloro y su uso en chocolates tiene buena aceptación, ya que parece tener un efecto que favorece la obtención de un brillo, una dureza y una actividad de agua adecuadas (Palacio et al., 2017). Por otro lado, puede dar sensación de calor cuando se disuelve en la boca y también puede secar la boca lo que a veces hace que el chocolate sea más difícil de tragar (Beckett, 2008). Junto con la inulina, se han estudiado diferentes combinaciones de ambos agentes y se ha visto que la combinación óptima de polidextrosa e inulina en la elaboración de chocolates es de 75,36% y 26,64%, respectivamente (Roger et al., 2015; Palacio et al., 2017).

## **2.2. Factores del azúcar que afectan a la percepción de la dulzura en chocolates**

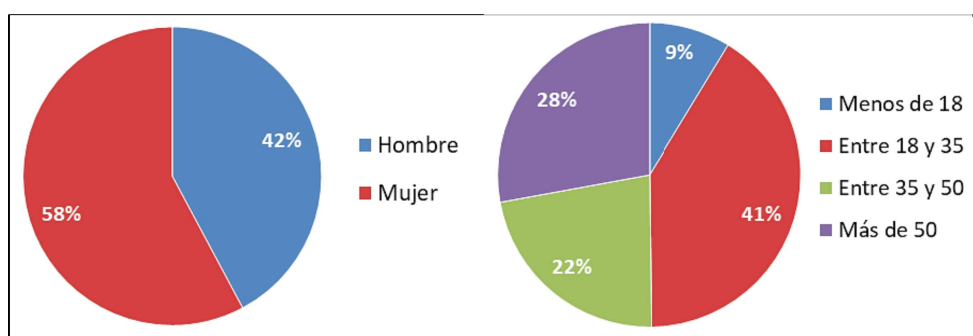
El sabor dulce viene determinado por la cantidad de azúcar y su solubilización en la boca (Afoakwa, 2010). Los cristales de azúcar no tienen un componente volátil como el cacao, de tal forma que los cristales de azúcar más grandes, con una mayor cantidad de moléculas de azúcar, provocarán una mayor intensidad de dulzor que los cristales más pequeños, con un número menor de moléculas por unidad de área en la lengua

(Afoakwa, 2010). No obstante, en un estudio en el cual se proponía como estrategia de reducción de azúcar la manipulación del tamaño de la partícula de azúcar, los resultados mostraron justamente lo contrario. Realizaron este estudio sobre brownies de chocolate de los cuales, los más dulces eran aquellos elaborados con las partículas de azúcar más pequeñas (Richardson et al., 2018).

Vemos, por tanto, que la microestructura de los diferentes componentes del chocolate también es una variable crítica, ya que influye sobre las propiedades reológicas y sensoriales del mismo. Según un estudio realizado por Ohene et al. (2007), el tamaño de las partículas del chocolate está inversamente relacionado con la firmeza y la dureza del producto final. Por ello, su análisis podría ser una herramienta útil para evaluar la textura, así como las características sensoriales de este producto.

### 3. Estudio de mercado

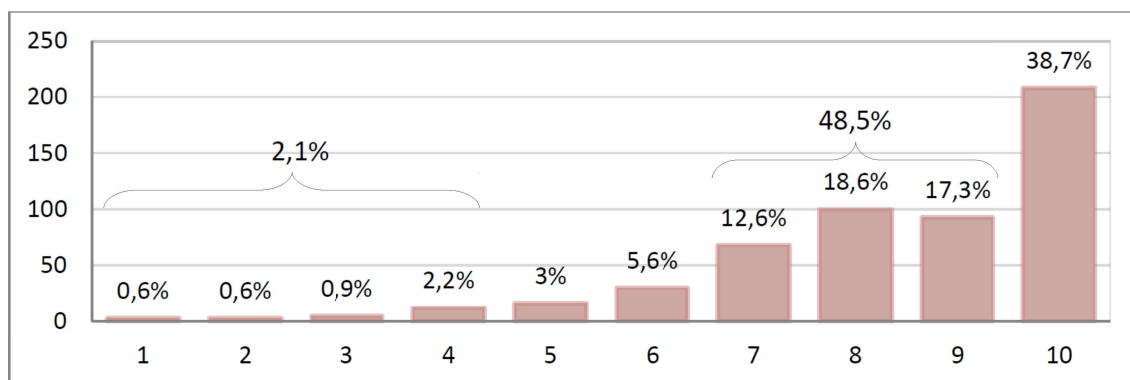
La encuesta se mantuvo activa durante dos meses, desde el 16 de julio hasta el 16 de septiembre. Durante ese periodo respondieron 538 personas, 311 mujeres y 227 hombres de diferentes edades (Gráfica 8).



Gráfica 8. Porcentajes de los participantes de la encuesta respecto al sexo (izquierda) y la edad (derecha).

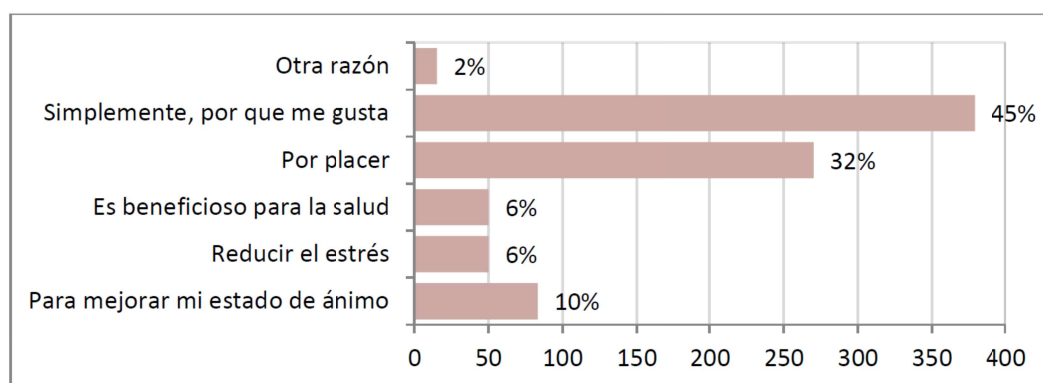
Como ya se ha mencionado anteriormente, el chocolate es un producto muy popular entre los consumidores por la sensación placentera que produce en la boca (Aidoo et al., 2017). Reforzando esta afirmación, en la Gráfica 10 podemos observar que el 38,7% de los encuestados respondieron con un 10 confirmando su aceptación por este producto y el 48,5% de los encuestados se mantuvieron en un grado de satisfacción de entre 7 y 9. En contraste con estos valores, tan sólo un 2,1% de los encuestados puntuaron al chocolate por debajo de 5 en la escala de satisfacción (Gráfica 9). En adición a estos datos, la encuesta sirvió para mostrar los hábitos de consumo de chocolate. Los resultados mostraron que el 5,4% afirma que consume chocolate varias veces al día, el

34,9% una vez al día y el 33,1% lo consumen por lo menos una vez a la semana. Por otro lado el 26,6% afirma que lo consumen menos de una vez a la semana.



Gráfica 9. Grado de satisfacción a la hora de comer chocolate donde 10 es “me gusta muchísimo” y 1 es “me disgusta muchísimo”.

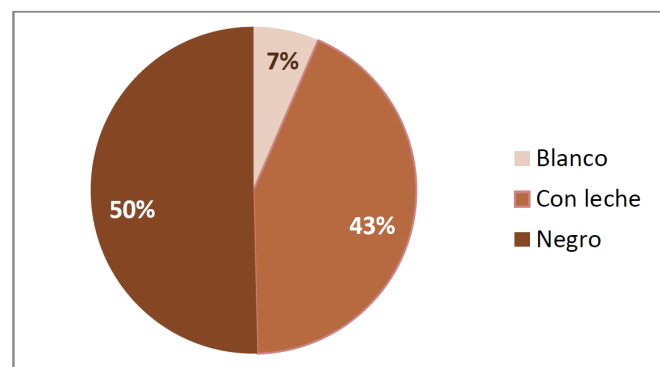
Según nuestros resultados, la mayoría de los encuestados consumen chocolate simplemente porque les gusta o porque les produce placer (Gráfica 10). Otras razones fueron las siguientes: para reducir el estrés, por sus efectos beneficiosos y para mejorar el estado de ánimo (Gráfica 10).



Gráfica 10. Razones por las que los consumidores comen chocolate.

Aunque la mayoría de los encuestados consumen chocolate sin ninguna restricción, el 40% no consumen o evitan consumir chocolate porque engorda, el 6,3% porque produce acné, el 3,3% por dolores de estómago, el 2,2% porque les produce migrañas y el 1,7% por ser diabéticos. Es cierto que el chocolate es beneficioso en muchos aspectos (Beckett, 2008; Pascual et al., 2009), pero en algunas personas puede producir migrañas o dolores de estómago (Zugravu y Otelea, 2019). El dolor de estómago se relaciona con la acidez y es que el consumo de chocolate puede producir la relajación del esfínter del esófago lo que favorece el reflujo gastroesofágico. Por otro lado, las migrañas se producen por el contenido de alcaloides, cafeína y la teobromina, componentes considerados desencadenantes de los ataques de migraña (Zugravu et al., 2019).

Sobre el tipo de chocolate, el 50% de los encuestados prefieren consumir chocolate negro, el 43% chocolate con leche y tan sólo el 7% prefieren consumir chocolate blanco (Gráfica 11). En 2016 en España, el consumo de chocolate negro fue muy similar con respecto al consumo de chocolate con leche siendo 43.3% y 45,8%, respectivamente (Anónimo, 2016). Por ello, no es extraño que actualmente y teniendo en cuenta la creciente preocupación de la población por una alimentación más saludable, el consumo de chocolate negro supere al del chocolate con leche. Según un estudio reciente, de los tres tipos de chocolate (negro, leche y blanco), el chocolate negro lidera el mercado global en ventas totales (Breen et al., 2019). En relación con esto, se incluyó en la encuesta una pregunta extra para aquellos que escogieran el chocolate negro como primera opción para saber así la razón de esta elección. Los resultados mostraron que el 72,7% escogió el chocolate negro simplemente porque les gusta, pero por otro lado, el 46,1% lo escogió porque es más saludable y el 18,5% porque tiene menos azúcar. Estos datos confirman que actualmente el consumidor es más consciente de lo que consume, y que además, se preocupa por reducir su consumo de azúcar.



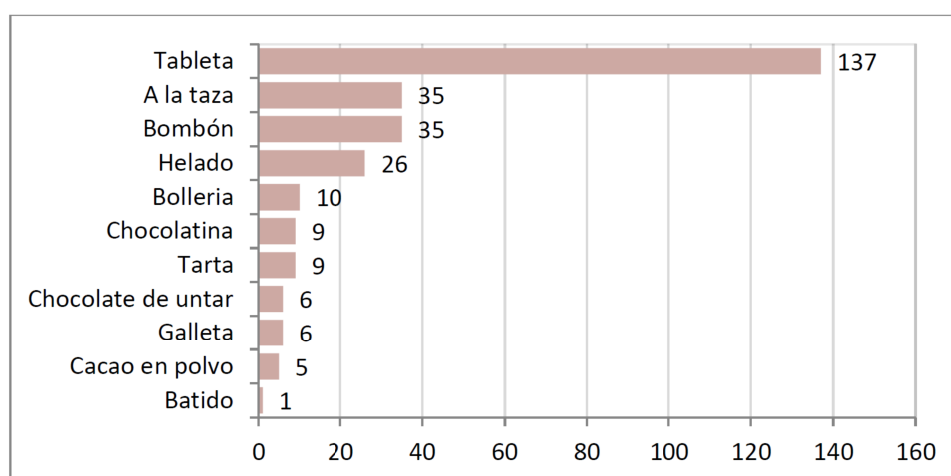
Gráfica 11. Preferencia de consumo del tipo de chocolate.

A pesar de que la educación del consumidor se va haciendo cada vez más notable a la hora de escoger alimentos más saludables, todavía existe un porcentaje de la población que no se preocupa o no está informada correctamente sobre estos temas. En relación a esto, el 24,5% de los encuestados piensan que el chocolate no es beneficioso para la salud y asimismo, el 54,6% de los encuestados afirman que no siguen ningún hábito en su día a día para reducir el consumo de azúcar. Estos datos nos demuestran que todavía, a día de hoy, es necesario reforzar la idea de impartir una correcta educación alimentaria y nutricional que de a conocer tanto los efectos negativos del exceso del consumo de azúcar, así como los beneficios de una alimentación saludable y responsable. Algunos de los hábitos seguidos por el 45,4% restante de los encuestados son: eliminar o reducir

el consumo de azúcar en la dieta, utilizar edulcorantes, tener en cuenta la lista de ingredientes a la hora de hacer la compra y hacer deporte. Con respecto a los edulcorantes, los más usados por los encuestados son la sacarina y la estevia, aunque también utilizan otras opciones tales como la miel, agave, ciclamato, aspartamo, acesulfamo, panela, ciclamato, sucralosa, erythritol, xilitol y glutamato.

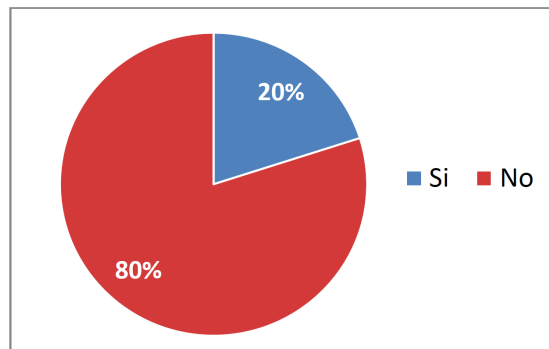
Preguntamos a los encuestados qué ofertas de chocolate les gustaría encontrar con más variedad en el mercado y aunque el 49,8% respondió que querría encontrar más chocolates sin azúcar, un mayor porcentaje, el 60,6%, querría más chocolates bajos en grasa. Por otro lado, el 12,8% optó por chocolate sin lactosa y el 11% por chocolate sin gluten. Es posible que la elaboración de este tipo de chocolates aumente su coste y aunque el 59,3% de los encuestados está dispuesto a pagar más por ellos, el 40,7% no pagaría más por un chocolate “especial”.

Refiriéndonos al tipo de formato, la tableta sigue siendo el más popular entre los consumidores (Gráfica 12). Como vimos anteriormente, otras encuestas comparten datos similares (Anónimo, 2016; Monzón et al., 2017) a los nuestros.



Gráfica 12. Formatos de chocolate más consumidos.

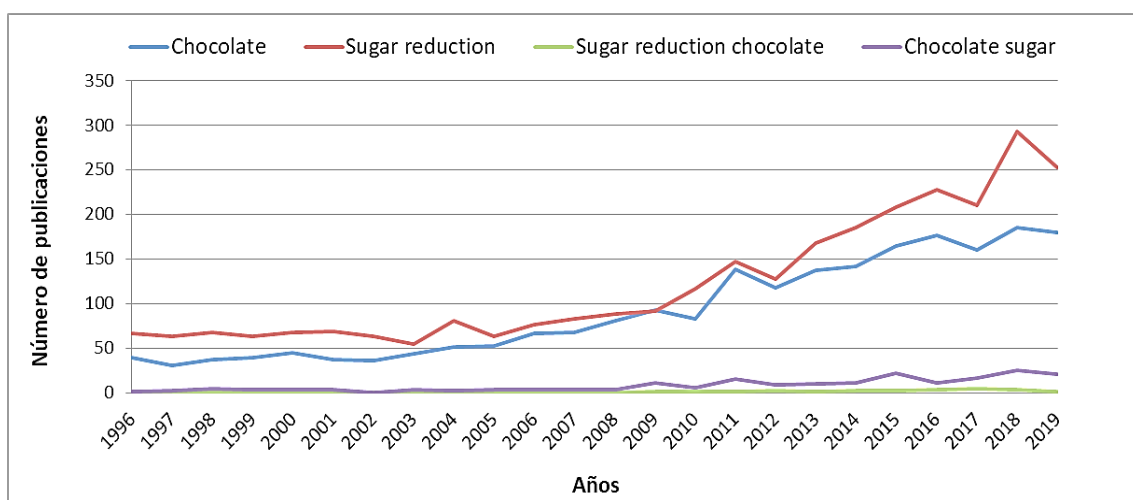
Por último, el 20 % de los encuestados se considera adicto al azúcar (Gráfica 13). Los alimentos dulces proporcionan un placer sensorial muy intenso y como ya hemos visto anteriormente el azúcar puede llegar a ser adictivo de la misma forma que la cocaína, el alcohol y el tabaco (Dinicolantonio et al., 2018).



Gráfica 13. Porcentaje de las personas encuestadas que se consideran adictos al azúcar.

Por último, y con el objetivo de ver la importancia que ha ido adquiriendo el tema desarrollado en este trabajo, se realizaron diversas búsquedas en ScienceDirect, con diferentes patrones de búsqueda (Gráfica 14). Como se muestra en la gráfica, tanto los estudios sobre reducción de azúcar (línea roja), como sobre el chocolate (línea azul), han aumentado considerablemente en los últimos años. A pesar de que ambos temas están en auge, los artículos científicos que relacionan la reducción de azúcar en el chocolate todavía son escasos (línea verde). Esto podría deberse a que la reducción de azúcar en los productos es un tema que se trata más específicamente dentro del ámbito industrial y no tanto a nivel científico. En consecuencia, los análisis sensoriales de los nuevos productos suelen realizarse dentro de las propias empresas y sus resultados no llegan a ser publicados en los medios dirigidos a la comunidad científica.

Con respecto a los artículos científicos encontrados relacionados con el chocolate, destacamos que tratan temas tales como los beneficios que aporta, la reducción de grasa, su consumo o aspectos a mejorar sobre su elaboración.



Gráfica 14: Número de artículos publicados por año. Datos extraídos de ScienceDirect a través de diferentes patrones de búsqueda [consultado el 4 de septiembre de 2019].

## CONCLUSIONES

El azúcar es necesario y muy importante en muchos aspectos de la elaboración de alimentos. Sin embargo, esta sustancia puede llegar a ser muy adictiva y un consumo descontrolado de la misma puede derivar en consecuencias graves para la salud, tales como la obesidad y/o enfermedades cardiovasculares.

Existen diferentes métodos y tecnologías con las que se puede sustituir total o parcialmente el azúcar en chocolates. Entre ellos, la reformulación con edulcorantes y la reducción gradual del azúcar son los más utilizados. Por otro lado, la integración multisensorial, así como la distribución heterogénea, aunque no son tan usados, son métodos a tener en cuenta, ya que se pueden combinar con los dos anteriores y facilitar todavía más la reducción de azúcar en chocolates. En adición a esto, la modificación gradual de los hábitos de consumo de la población, podría ser uno de los métodos más importantes para conseguir unos objetivos a medio-largo plazo. Una correcta educación alimentaria y nutricional evitaría el consumo excesivo de azúcar y acostumbraría a la población a sabores no tan dulces, aceptando sabores más naturales, como por ejemplo, el sabor amargo del cacao puro. Las empresas pueden contribuir a estos cambios, con publicidad responsable y a través de iniciativas saludables.

Con respecto a la evaluación sensorial del chocolate, hemos visto en este estudio que el uso del maltitol como sustituto del azúcar afecta a la percepción sensorial del chocolate. El chocolate con maltitol fue significativamente menos dulce y con un olor a chocolate menor, en comparación con el chocolate elaborado con azúcar. A pesar de ser uno de los edulcorantes más utilizados por la industria chocolatera, la valoración del chocolate con azúcar fue significativamente mejor, que la del chocolate elaborado con maltitol. Por otro lado, la evaluación del chocolate con y sin pepitas no mostró diferencias significativas para ninguna de las propiedades evaluadas. La distribución heterogénea podría ser, por tanto, una estrategia útil para la reducción de azúcar en chocolates, ya que el chocolate con pepitas de cacao (componente amargo) resultó incluso, para algunos de los panelistas, más dulce que el chocolate sin pepitas.

Partiendo de la evaluación sensorial realizada, con panelistas no entrenados, sería interesante llevar a cabo otro tipo de evaluación, quizás con un número mayor de

panelistas o bien con panelistas entrenados. También sería interesante probar diferentes productos que permitan evaluar las diferentes estrategias revisadas en este trabajo.

En algunas ocasiones, es posible reducir el contenido de azúcar hasta un cierto porcentaje sin afectar a la calidad sensorial del producto final. A pesar de ello, el azúcar es un ingrediente de gran importancia en la industria chocolatera, ya que contribuye a definir el perfil organoléptico del chocolate, caracterizando tanto el sabor como la textura final del producto. Su sustitución por otros edulcorantes, tal y como hemos comprobado en este estudio, produce cambios en su textura, en su sabor y condiciona incluso el propio proceso de fabricación del chocolate.

Por último, teniendo en cuenta los resultados de la encuesta realizada hemos visto que el chocolate es un producto con un éxito bastante claro y que dentro de los tres tipos de chocolate (negro, leche y blanco), el chocolate negro es el más consumido. Aunque la mayoría de los encuestados marcaron el chocolate negro simplemente por gusto, muchos lo marcaron por ser el chocolate más saludable. Esta elección, junto con los diferentes hábitos para reducir el azúcar, tales como el uso de edulcorantes, demuestra el compromiso de la población hacia una alimentación más saludable y responsable. A medida que aumente este tipo de hábitos, aumentará también la demanda de ciertos tipos de productos más saludables, entre ellos el chocolate. Tal y como hemos visto, esto tendrá repercusión en la comunidad científica y se espera que en los próximos años se desarrollen nuevos estudios que puedan cubrir de manera más amplia la evaluación sensorial de la reducción de azúcar en chocolates.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- AFOAKWA, E. (2010). *Chocolate science and technology*. Wiley Blackwell.
- AGENCIA ESPAÑOLA DE CONSUMO, SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIÓN (AECOSAN) (2018). *PLAN de colaboración para la mejora de la composición de los alimentos y bebidas y otras medidas 2020*. Recuperado de [http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/nutricion/DOSSIER\\_PLAN\\_2020.pdf](http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/nutricion/DOSSIER_PLAN_2020.pdf)
- AGENCIA ESPAÑOLA DE CONSUMO, SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIÓN. (2019). La ministra de sanidad, consumo y bienestar social, firma convenios por los que 398 empresas alimentarias y de bebidas se comprometen a reducir el contenido de azúcar, sal y grasas [consultado el 5 de abril de 2019]. *Seguridad Alimentaria*. Recuperado de:
- AIDOO, R.P., APPAH, E., DEWALLE, D.V., AFOAKWA, E.O. & DEWETTINCK, K. (2017). Functionality of inulin and polydextrose as sucrose replacers in sugar-free dark chocolate manufacture – effect of fat content and bulk mixture concentration on rheological, mechanical and melting properties. *International Journal of Food Science & Technology*, 52(1), pp. 282-290. DOI:10.1111/ijfs.13281



- ALVIS, A., PÉREZ, L.J. & ARRAZOLA, G.S. (2011). Estudio de Propiedades Físicas y Viscoelásticas de Panes Elaborados con Mezclas de Harinas de Trigo y de Arroz Integral. *Información tecnológica*, 22(4), pp. 107-116. DOI: 10.4067/S0718-07642011000400012.
- ANONIMO. (2016). España, a la cola en consumo de chocolate en Europa. *ARAL*. [consultado el 15 de agosto de 2019] Recuperado de: [https://www.revistaaral.com/alimentacion/espana-a-la-cola-en-consumo-de-chocolate-en-europa\\_376108\\_102.html](https://www.revistaaral.com/alimentacion/espana-a-la-cola-en-consumo-de-chocolate-en-europa_376108_102.html)
- ANONIMO. (2019). Fabricación del chocolate. *Chocolates Nestle*. [Consultado 15 de agosto 2019] Recuperado de: <https://www.chocolatesnestle.es/fabricacion-curiosidades/fabricacion-chocolate>
- BECKETT, S.T. (2008). *The Science of Chocolate*. (2nd ed.) Formerly Nestlé Product Technology Center, York, UK: RSC Publishing.
- BECKETT, S.T. (2009). *Industrial chocolate manufacture and use* (4th ed.). Formerly Nestlé Product Technology Center, York, UK: WILEY-BLACKWELL Publishing.
- BREEN, S. P., ETTER, N. M., ZIEGLER, G. R., & HAYES, J. E. (2019). Oral somatosensory acuity is related to particle size perception in chocolate. *Scientific Reports*, 9(1), pp. 7437-10. DOI:10.1038/s41598-019-43944-7
- CARVAJAL CUENCA, A., CAMPOS OSORIO, A., MARTÍNEZ RUIZ, J., JARAMILLO RAMÍREZ, N., & CHÁVEZ CORTÉS, C. L. (2018). Aspectos generales del sector agroindustrial de la caña 2017-2018. *Asocaña. SECTOR AGROINDUSTRIAL DE LA CAÑA* <https://www.asocana.org/documentos/862018-E148DE81-00FF00,000A000,878787,C3C3C3,0F0F0F,B4B4B4,FF00FF,2D2D2D,A3C4B5.pdf>
- CARVALHO-DA-SILVA, A.M., VAN DAMME, I., WOLF, B. & HORT, J. (2011). Characterisation of chocolate eating behaviour. *Physiology & Behavior*, 104(5), pp. 929-933. DOI:10.1016/j.physbeh.2011.06.001
- COLANTUONI, C., RADA, P., MCCARTHY, J., PATTEN C., AVENA, N.M., CHADEAYNE, A., & HOEBEL, B.G. (2002). Evidence that intermittent, excessive sugar intake causes endogenous opioid dependence colantuoni. *Obesity Research*, 10(6), pp. 478-88.
- DE LA CRUZ, E. & PEREIRA, I. (2009). Historias, Saberes y Sabores en torno al cacao (*Theobroma cacao L.*) en la subregión de Barlovento, Estado Miranda. *SAPIENS. Revista Universitaria de Investigación*, 10(2), pp. 97-120.
- DI MONACO, R. ANTONELLA MIELE, N., CABISIDAN, E.K., & CAVELLA, S. (2018). Strategies to reduce sugars in food. (2018). *Current Opinion in Food Science*, 19, pp. 92-97. DOI:10.1016/j.cofs.2018.03.008
- DIMICK, P.S. (2000). Compositional effect on crystallization of cocoa butter; (AOCS Press). *Physical Properties of Fats, Oils, and Emulsifiers*, pp. 140-162.
- DINICOLANTONIO, J. J., O'KEEFE, J. H., & WILSON, W. L. (2018). Sugar addiction: Is it real? A narrative review. *British Journal of Sports Medicine*, 52(14), pp. 910-913.
- DWI SAPUTRO, A., VAN DE WALLE, D., PHILIP AIDOO, R., AMOAFI MENSAH, M., DELBAERE, C., DE CLERCQ, N., VAN DURME, J., & DEWETTINCK, K. (2017). Quality attributes of dark chocolates formulated with palm sap-based sugar as nutritious and natural alternative sweetener - ProQuest. *Eur Food Res Technol*, 243(2), pp. 177-191. DOI:<https://doi.org/10.1007/s00217-016-2734-9>
- ELLAM, S. & WILLIAMSON, G. (2013). Cocoa and Human Health. *Annual Review of Nutrition*, 33(1), pp. 105-128. DOI: 10.1146/annurev-nutr-071811-150642.
- FAO. (2019). Azúcar en Food Outlook - Biannual Report on Global Food Markets. Rome.
- GARCÍA ALMEIDA, J. M., CASADO FDEZ., G. M., & GARCÍA ALEMÁN, J. (2013). A current and global review of sweeteners. Regulatory aspects. *Nutrición Hospitalaria*, 28(28), pp. 17-31. DOI:10.3305/nh.2013.28.sup4.6793
- GIANNUZZI, L., & MOLINA ORTIZ, S.E. (1995). Edulcorantes Naturales y Sintéticos: Aplicaciones y Aspectos Toxicológicos. 14(2), pp. 119-31.
- GOLDFEIN, K. R., & SLAVIN, J. L. (2015). Why sugar is added to food: Food science 101. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14(5), pp. 644-656. DOI:10.1111/1541-4337.12151.
- GÓMEZ CANDELA, C., PALMA MILLA, S., LISBONA CATALÁN, A., & PARRA RAMÍREZ, P. (2013). Obesidad y azúcar: aliados o enemigos. *Nutrición Hospitalaria*, 28(28), pp. 81-87. DOI:10.3305/nh.2013.28.sup4.6800
- GONZÁLEZ MUÑOZ, Y., PÉREZ SIRA, E., & PALOMINO CAMARGO, C. (2012). Factores que inciden en la calidad sensorial del chocolate. *Actualización en NUTRICIÓN*, 13(4).
- GUADALUPE COELHO, A., & PEREIRA DE JESUS, D. (2016). A simple method for determination of erythritol, maltitol, xylitol, and sorbitol in sugar-free chocolates by capillary electrophoresis with

- capacitively coupled contactless conductivity detection Process for the production of chocolate. *ELECTROPHORESIS*, 37(22), pp. 2986-2991. DOI:<https://doi.org/10.1002/elps.201600263>
- GUADALUPE, A., Y PEREIRA, D. (2016). A simple method for determination of erythritol, maltitol, xylitol, and sorbitol in sugar-free chocolates by capillary electrophoresis with capacitively coupled contactless conductivity detection. *Electrophoresis*, 37(22), pp. 2986-2991. Recuperado de <https://doi.org/10.1002/elps.201600263>
- HARWOOD, M.L., & HAYES, J.E. (2017). Sensory evaluation of chocolate and cocoa products. pp.509-520. DOI:10.1002/9781118923597.ch21
- HENDERSON, J.S., JOYCE, R.A., HALL, G.R., HURST, W.J. & MCGOVERN, P.E. (2007). Chemical and archaeological evidence for the earliest cacao beverages. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(48), pp. 18937-18940.
- HERNANDEZ ALARCON, E. (2005). Evaluación sensorial.
- HOLM, K., WENDIN, K., & HERMANSSON, A.M. (2009). Sweetness and texture perceptions in structured gelatin gels with embedded sugar rich domains. *Food Hydrocolloids*, 23(8), pp. 2399-2393. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2009.06.016>
- HOLM, K., WENDIN, K., & HERMANSSON, A.M. (2009). Sweetness and texture perception in mixed pectin gels with 30% sugar and a designed rheology. *LWT – Food Science and Technology*, 42(3), pp. 788-795. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2008.08.014>
- [http://www.aecosan.mssi.gob.es/AECOSAN/web/noticias\\_y\\_actualizaciones/noticias/2019/reduccion\\_azucar\\_sal\\_y\\_grasas.htm](http://www.aecosan.mssi.gob.es/AECOSAN/web/noticias_y_actualizaciones/noticias/2019/reduccion_azucar_sal_y_grasas.htm)
- OLINGER, P.M., KRUGER, C. (1991). No-cariogenic sweetener, U.S., Patent, No.5,017,400, [28-8-2019] <https://patents.google.com/patent/US5017400A/en>
- HUGH, C., HEMMINGS, JR., & TALMAGE, D.E. (2013). Pharmacology and Physiology for Anesthesia. Foundations and Clinical Application. Philadelphia: ELSEVIER SAUNDERS.
- JOYCE, G. (2018). How much chocolate the average Brit eats in a lifetime and how much it costs will make you put down the Dairy Milk. *The Sun*. Recuperado de: <https://www.thesun.co.uk/money/6357250/how-much-chocolate-the-average-brit-eats-in-a-lifetime-and-how-much-it-costs-will-make-you-put-down-the-dairy-milk/>
- JUEZ, G., NIÑO, R., ORTEGA, R., SANTANDER, S., GONZÁLEZ, M., & MENA, P. (2010). Lactancia materna. Contenidos técnicos para profesionales de la salud (2nd ed.) Ministerio de Salud.
- KITTS, D. (2010). Sucrose: From field to table. *Carbohydrate News*.
- KONAR, N. (2013). Influence of conching temperature and some bulk sweeteners on physical and rheological properties of prebiotic milk chocolate containing inulin. *European Food Research and Technology*, 236(1), pp. 135-143. DOI:<https://doi.org/10.1007/s00217-012-1873-x>
- LONCHAMPT, P., & HARTEL RICHARD, W. (2004). Fat bloom in chocolate and compound coatings. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 106(4), pp. 241-274. DOI:10.1002/ejlt.200400938
- LORENZANA, B. (2018). Había tres clases de chocolate. Han inventado una nueva, es rosa y acaba de llegar a España. *Alimente. El Confidencial*. Recuperado de: [https://www.alimente.elconfidencial.com/consumo/2018-04-24/chocolate-rosa-rubi\\_1553927/](https://www.alimente.elconfidencial.com/consumo/2018-04-24/chocolate-rosa-rubi_1553927/)
- MARKETSANDMARKETS. (2011). Global chocolate, cocoa beans, lecithin, sugar and vanilla market by market share, trade, prices, geography trend and forecast (2011-2016). Recuperado de: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/global-chocolate-market-164.html>
- MARTÍN ALARCÓN, J. (2018). La guerra del azúcar: a un paso del abismo del tabaco. *Alimente. El Confidencial*. Recuperado de: [https://www.alimente.elconfidencial.com/nutricion/2018-04-23/azucar-diabetes-obesidad-tabaco-coca-cola-tabaco-bolleria\\_1552579/](https://www.alimente.elconfidencial.com/nutricion/2018-04-23/azucar-diabetes-obesidad-tabaco-coca-cola-tabaco-bolleria_1552579/)
- MARTÍNEZ GUERRERO, M. (2015). ¿Cuánto chocolate soporta su cuerpo?. *EL PAIS*, Recuperado de: [https://elpais.com/elpais/2015/07/23/buenavida/1437649418\\_650608.html](https://elpais.com/elpais/2015/07/23/buenavida/1437649418_650608.html)
- MARTINS, L., ANDRÉ, H., Y EFRAIM, P. (2009). Sensory profile, acceptability, and their relationship for diabetic/reduced calorie chocolates. *Food Quality and Preference*, 20(2), pp. 138-143. Recuperado de <https://doi-org.cuarzo.unizar.es:9443/10.1016/j.foodqual.2008.09.001>
- MINISTERIO DE SANIDAD, CONSUMO Y BIENESTAR SOCIAL. (2018). Estrategia naos. Invertir la tendencia de la obesidad, estrategia para la nutrición, actividad física y prevención de la obesidad. *Agencia Española De Seguridad Alimentaria*.
- MONTAÑÉS, E. (2015). El chocolate y su origen: un historia que viaja de México a Zaragoza. *ABC*. Recuperado de: <https://www.abc.es/archivo/20150321/abci-origen-chocolate-espana-201503161513.html>

- MONZÓN A., & GARCÍA ALLER, M. (2017). El chocolate está en crisis. *El Independiente*, Recuperado de: <https://www.elindependiente.com/economia/2017/02/25/el-chocolate-esta-en-crisis/>
- MOSCA, A.C., VAN DE VELDE, F., BULT, J.H.F., VAN BOEKEL, M.A.J.S. & STIEGER, M. (2012). Effect of gel texture and sucrose spatial distribution on sweetness perception. *LWT – Food Science and Technology*, 46(1), pp. 183-188. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.10.009>
- NOORT, M.W.J., BULT, J.H.F., STIEGER, M. & HAMER, R.J. (2010). Saltiness enhancement in bread by inhomogeneous spatial distribution of sodium chloride. *Journal of Cereal Science*, 52(3), pp. 378-386. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2010.06.018>
- O'DONNELL, K., & KEARSLEY, M.W. (2012). *Sweeteners and sugar alternatives in food technology* (2nd ed). Blackwell Publishing.
- OCDE/FAO. (2017). Azúcar en OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2017-2026. OECD, París. DOI: [http://dx.doi.org/10.1787/agr\\_outlook-2017-9-es](http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2017-9-es)
- OHENE AFOAKWA, E., PATERSON, A., FOWLER, M., & VIEIRA, J. (2007). Microstructure and mechanical properties related to particle size distribution and composition in dark chocolate. *International Journal of Food Science and Technology*, 44, pp. 111-119. DOI:10.1111/j.1365-2621.2007.01677.x
- OHENE, E., PATERSON, A., Y FOWLER, M. (2007). Factors influencing rheological and textural qualities in chocolate – a review. *Trends in Food Science & Technology*, 18(6), pp. 290-298. Recuperado de <https://doi-org.cuarzo.unizar.es:9443/10.1016/j.tifs.2007.02.002>
- OLIVEIRA, D., REIS, F., DELIZA, R., ROSENTHAL, A., GIMÉNEZ, A., & ARES, G. (2016). Difference thresholds for added sugar in chocolate-flavoured milk: Recommendations for gradual sugar reduction. *Food Research International*, 89, pp. 448-453. DOI:10.1016/j.foodres.2016.08.019
- OLIVERAS SEVILLA, J.M. (2007). La elaboración del chocolate, una técnica dulce y ecológica. *Técnica Industrial*, 268.
- PALACIO-VÁSQUEZ, E., HURTADO-IBARBO, J.H., ARROYAVE-ROA, J.D., CARDONA-CAICEDO, M., & MARTÍNEZ-GIRÓN, J. (2017). Edulcorantes naturales utilizados en la elaboración de chocolates. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 15(2). DOI:[http://dx.doi.org/10.18684/BSAA\(15\)142-152](http://dx.doi.org/10.18684/BSAA(15)142-152)
- PASCUAL, V., VALLS, R.M, & SOLÀ, R. (2009). Cacao y chocolate: ¿un placer cardiosaludable?. *Clínica E Investigación En Arteriosclerosis*, 21(4), 198-209. DOI:10.1016/S0214-9168(09)72047-9
- PETKOVIĆ, M.M., PAJIN, B.S., TOMIĆ, J.M., TORBICA A.M., ŠEREŠ, Z.I., ZARIĆ, D.B., & ŠORONJA SIMOVIĆ, D.M. (2012). Teksturalna i senzorna svojstva krem proizvoda sa saharozom i maltitolom. *Hem. Ind.* 66(3), 385-394. DOI:10.2298/HEMIND110902094P
- POWIS, T.G., CYPHERS, A., GAIKWAD, N.W., GRIVETTI, L. Y CHEONG, K. (2011). Cacao use and the San Lorenzo Olmec. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(21), pp. 8595-8600.
- QUILES I IZQUIERDO, J. (2013). Consumption patterns and recommended intakes of sugar. *Nutrición Hospitalaria*, 28(28), pp. 32-39. DOI:10.3305/nh.2013.28.sup4.6794.
- RICHARDSON, A., TYUFTIN, A., KILCAWLEY, K., GALLAGHER, E., SULLIVAN, M., Y KERRY, J. (2018). The impact of sugar particle size manipulation on the physical and sensory properties of chocolate brownies. *ÑWT Food Science & Technology*, 95, pp. 51-57. Recuperado de <https://doi-org.cuarzo.unizar.es:9443/10.1016/j.lwt.2018.04.038>
- RODRIGUEZ FURLÁN, L. T., BARACCO, Y., LECOT, J., ZARITZKY, N., & CAMPDERRÓS, M. E. (2017). Effect of sweetener combination and storage temperature on physicochemical properties of sucrose free white chocolate. *Food Chemistry*, 229, pp. 610-620.
- RODRIGUEZ, L., BARACCO, Y., LECOT, J., ZARITZKY, M., CAMPEDERRÓS, M. (2017). Influence of hydrogenated oil as cocoa butter replacers in the development of sugar-free compound chocolates: Use of inulin as stabilizing agent. *Food Chemistry*, 217, pp. 637-647. Recuperado de <https://doi-org.cuarzo.unizar.es:9443/10.1016/j.foodchem.2016.09.054>
- ROGER, P., DEPYPERE, F., OHENE, E., Y DEWETTINCK, K. (2013). Industrial manufacture of sugar-free chocolates – Applicability of alternative sweeteners and carbohydrate polymers as raw materials in product development. *Trends in Food Science & Technology*, 32(2), pp. 84-96. Recuperado de <https://doi-org.cuarzo.unizar.es:9443/10.1016/j.tifs.2013.05.008>
- ROGER, P., OHENE, E., Y DEWETTINCK, K. Rheological properties, melting behaviours and physical quality characteristics of sugar-free chocolates processed using inulin/polydextrose bulking mixtures sweetened with stevia and thaumatin extracts. *LWT – Food Science and Technology*, 32(1), pp. 592-597. Recuperado de <https://doi-org.cuarzo.unizar.es:9443/10.1016/j.lwt.2014.08.043>

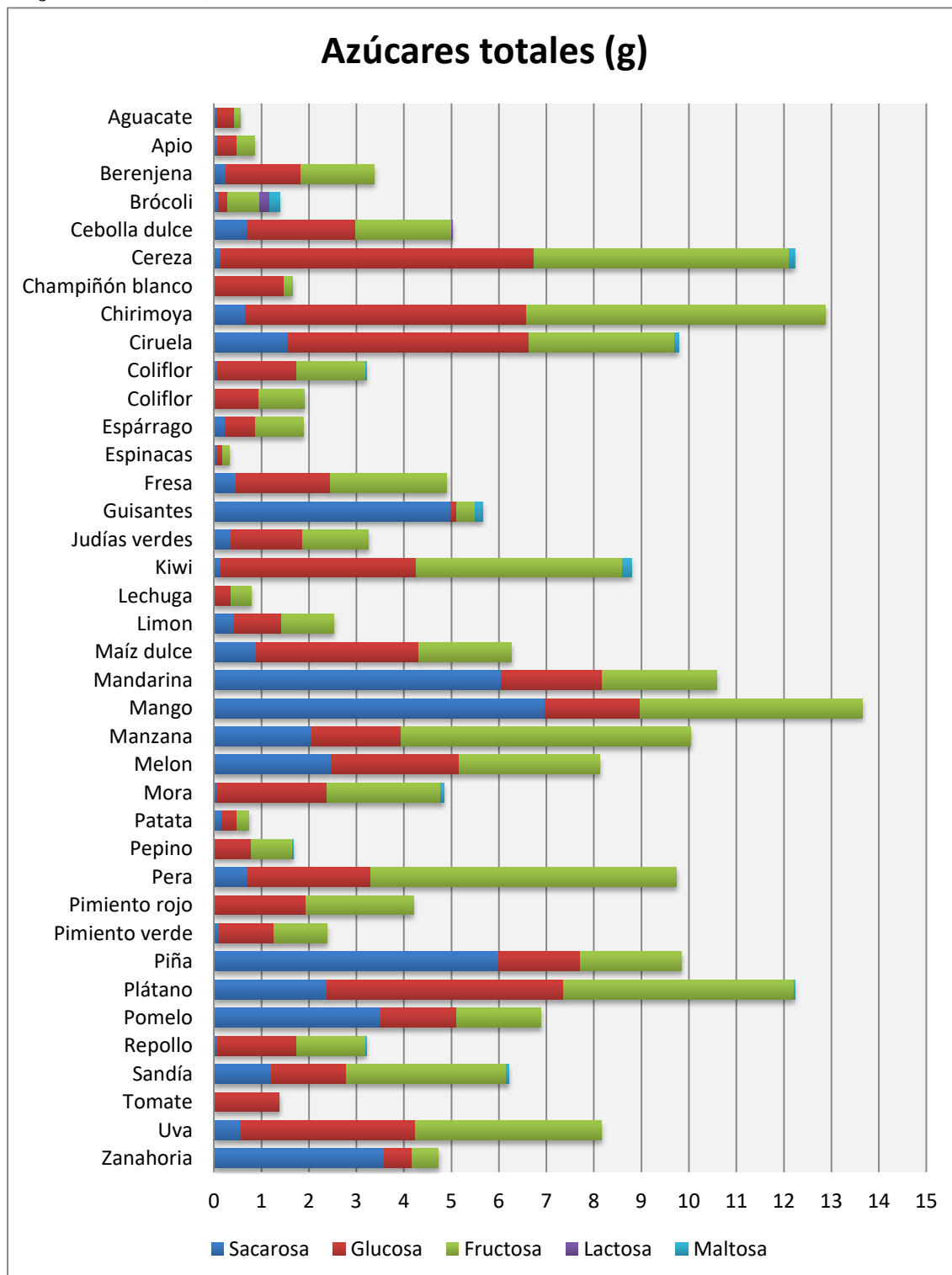
- SABBAG AMARAL BATISTA, A.P. (2008). Chocolate: sua história e principais características. (tesis de post-grado). Universidad de Brasília.
- SOKMEN, A., & GUNES, G. (2006). Influence of some bulk sweeteners on rheological properties of chocolate. *LWT – Food Science and Technology*, 39(10), pp. 1053-1058. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2006.03.002>
- SON, Y.J., CHOI, S.Y., YOO, K.M., LEE, K.W., LEE, S.M, HWANG, I.K., & KIM, S. (2018). Anti-blooming effect of maltitol and tagatose as sugar substitutes for chocolate making. *LWT*, 88, pp. 87-94. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.09.018>
- SPENCE, C. (2015). Multisensory Flavor Perception. *Cell*, 161(1), pp. 24-35. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.cell.2015.03.007>
- SPILLANE, W.J. (2006). Optimising sweet taste in foods. New York (Boca Raton): CRC Press LLC.
- THABUIS, C., CAZAUBIEL, M., PICHELIN, M., WILS, D., & GUERIN-DEREMAUX, L. (2010). Short-term digestive tolerance of chocolate formulated with maltitol in children. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 61(7), 728-738. DOI: 10.3109/09637481003766812
- TROVAR, J. (2018). Una investigación de Nestlé logra una reducción de azúcar del 30% y lo aplica a un nuevo producto. *EFE: Salud*. Recuperado de <https://www.efesalud.com/investigacion-nestle-logra-reduccion-azucar-productos/>
- VAN DER SCHUEREN, F.M.L., RAPAILLE, A.L.I., & GONZE, M.H.A., (1993). Process for the production of chocolate. EEUU, N°5,244,690.
- VARZAKAS, T., LABROPOULOS, A., & ANESTIS, S. (2012). Sweeteners. nutritional aspects, applications, and production technology. Boca Raton: CRC Press.
- VERHAGEN, J.V., & ENGELN, L. (2006). The neurocognitive bases of human multimodal food perception: Sensory integration. *Neurosci Biobehav*, 30(5), pp. 613-50. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2005.11.003
- WALIA, S. (2015). Indians are chocolate addicts but still suckers for tradition. *Quartz India*. Recuperado de: <https://qz.com/india/345055/indians-are-chocolate-addicts-but-still-suckers-for-tradition/>
- ZAHN, S., HOPPERT, K., ULLRICH, F., & ROHM, H. (2013). Dairy-based emulsions: Viscosity affects fat difference thresholds and sweetness perception. *Foods*, 2(4), pp. 521-533. DOI:<https://doi.org/10.3390/foods2040521>
- ZUGRAVU, C., Y OTELEA, M. (2019). Dark Chocolate: Toe at or not to eat? A review. *Journal of AOAC International*, 102(5), pp. 1388-1396. Recuperado de <https://doi.org/10.5740/jaoacint.19-0132>

## LEGISLACIÓN

- Decreto 2484/1967, de 21 de septiembre, por el que se aprueba el texto del Código Alimentario Español. Boletín oficial del estado, Madrid, España, 248, 17 de octubre de 1967, [Consultado 6 Septiembre 2019]. Recuperado de: <https://www.boe.es/buscar/pdf/1967/BOE-A-1967-16485-consolidado.pdf>
- Real Decreto 142/2002, de 1 de febrero, por el que se aprueba la lista positiva de aditivos distintos de colorantes y edulcorantes para su uso en la elaboración de productos alimenticios, así como sus condiciones de utilización. Boletín oficial del estado, Madrid, España, 44, 20 de febrero de 2002, [Consultado 6 Septiembre 2019]. Recuperado de: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2002/BOE-A-2002-3366-consolidado.pdf>
- Reglamento (CE) No 1924/2006 del parlamento europeo y del consejo de 20 de diciembre de 2006 relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos. [Consultado 6 Septiembre 2019]. Recuperado de: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:02006R1924-20141213&rid=1>
- Reglamento (CE) No 1333/2008 del parlamento europeo y del consejo de 16 de diciembre de 2008 sobre aditivos alimentarios. [Consultado 6 Septiembre 2019]. Recuperado de: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:02008R1333-20190618&rid=1>
- Real decreto 1055/2003, de 1 de agosto, por el que se aprueba la Reglamentación técnico-sanitaria sobre los productos de cacao y chocolate destinados a la alimentación humana. [Consultado 6 Septiembre 2019]. Recuperado de: <https://www.boe.es/boe/dias/2003/08/05/pdfs/A30184-30187.pdf>

## ANEXOS

**Anexo 1. Contenido de azúcares en frutas y vegetales por 100 g de una porción comestible (Gráfica construida a partir de la base de datos USDA [consultada el 28 de junio de 2019]).**



**Anexo 2. Características sensoriales y atributos usados en la evaluación de la calidad sensorial de chocolates.**

<b>Tipo de chocolate</b>	<b>Característica sensorial</b>	<b>Atributos</b>
<b>Chocolates macizos</b>	Aspecto	Forma del molde, Integridad y uniformidad, Superficie (superficie superior y piso), brillo y color.
	Olor	Tipicidad del aroma (calidad e intensidad).
	Textura	Fragilidad y dureza, derretimiento en la boca (velocidad, cremosidad, percepción de grasa), suavidad, fundición al tacto.
	Sabor	Tipicidad del sabor (calidad e intensidad), dulzor, amargor.
<b>Chocolates rellenos</b>	Aspecto Externo	Forma y superficie. (Integridad y uniformidad). Brillo y color
	Aspecto Interno	Grosor de la cobertura. Apariencia del relleno.
	Olor	Tipicidad (calidad, intensidad, combinación cobertura-relleno)
	Textura	Dureza. Derretimiento en la boca. Suavidad. Consistencia del relleno.
	Sabor	Tipicidad (calidad, intensidad, combinación cobertura-relleno)
<b>Figuras bañadas</b>	Aspecto externo	Forma y superficie. (Integridad y uniformidad). Brillo y color.
	Aspecto interno	Grosor de la cobertura. Apariencia del relleno.
	Olor	Tipicidad (calidad, intensidad, combinación cobertura-relleno)
	Textura	Dureza. Suavidad, derretimiento y adhesividad de la cobertura. Crujido y fragilidad o suavidad, gomosidad y elasticidad del centro.
	Sabor	Tipicidad (calidad, intensidad, combinación cobertura-relleno)

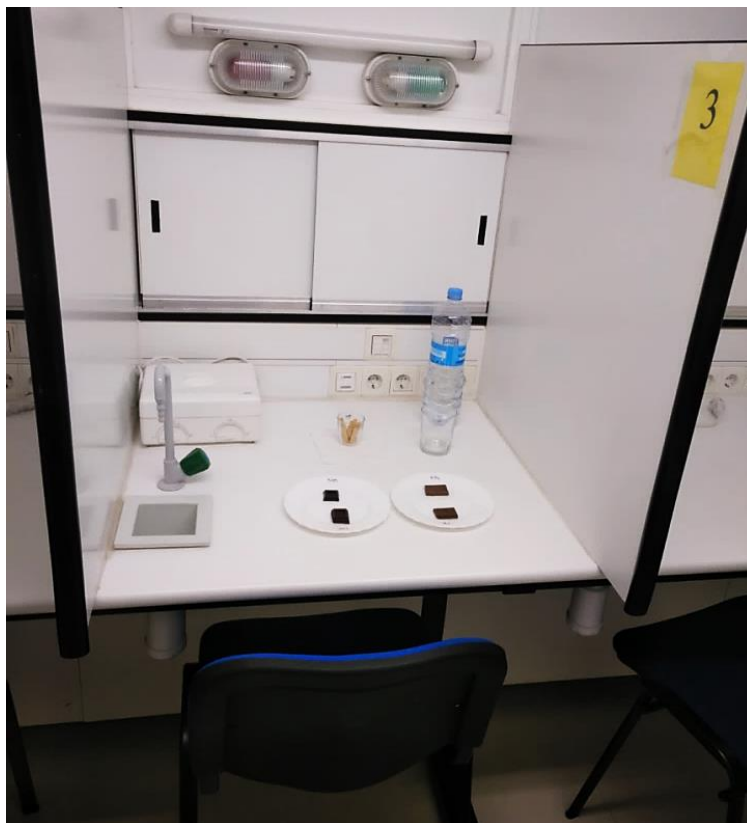
### Anexo 3. Definiciones usualmente utilizadas en la evaluación de la calidad sensorial del chocolate.

Características sensoriales	Conceptualización
Aspecto	<b>Apariencia del relleno o centro:</b> Atributo visual que se propone evaluar en los bombones rellenos y figuras bañadas. Entre los defectos más comunes a encontrar para este tipo de producto se encuentran la apariencia seca o reseca del relleno provocado por la migración de la humedad a la superficie, la separación de la grasa en el relleno por la no selección de grasa apropiada o los defectos en el color por problemas tecnológicos o por defectos en el aromatizante empleado.
	<b>Bloom:</b> Defecto en la apariencia del producto. Aparece como una mancha blanca en la superficie del mismo. Existen dos tipos: Bloom de grasa, correspondiente a las fracciones líquidas de la fase grasa que si emigran por acción capilar a la superficie se solubilizan y recrystalizan, formando los grandes cristales de grasa. Bloom de azúcar, generalmente ocurre cuando dentro del túnel se presentan problemas de condensación, debido a deficiencias en el sistema de enfriamiento, esta humedad disuelve el azúcar de la cobertura y se forman manchas blancas que muchas veces el consumidor confunde con enmohecimiento.
	<b>Deformaciones:</b> Variaciones no acordes al formato.
	<b>Impresión borrosa o incompleta:</b> Troquelado no completado, las figuras que forman el marcado no están bien definidas o están deformadas, bordes deformados.
	<b>Oquedades:</b> Presencia de poros o grietas, debido a una deficiente vibración, exceso de humedad en la masa, etc.
	<b>Orificios:</b> Agujeros generalmente del tamaño de la cabeza de un alfiler.
	<b>Rebordes:</b> Borde que sobresale de la muestra, puede ocurrir en el modelado del producto cuando no se llenan bien los moldes o cuando se utiliza un molde mayor que el que se requiere.
Olor-sabor	<b>Sabor y olor envejecidos:</b> Olor y sabor característico a moho, debido a un almacenamiento inadecuado de las materias primas o del producto terminado.
	<b>Sabor y olor extraños:</b> Presencia de olores y sabores ajenos al producto, tales como sustancias carbonizadas, lubricantes, cloro y otros.
	<b>Típico:</b> Característica general del olor o sabor que define la línea sensorial del producto de acuerdo a los patrones establecidos.

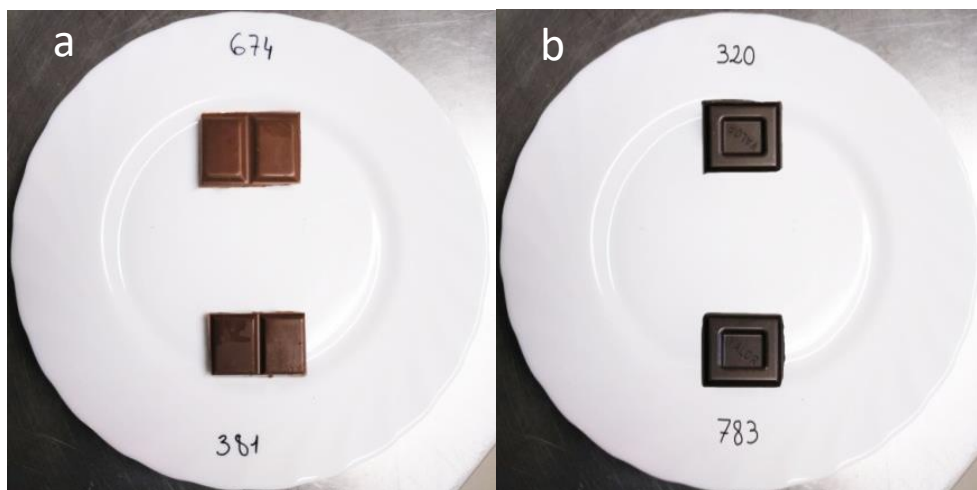
Textura	<b>Adhesividad:</b> Atributo mecánico textural relacionado con la fuerza requerida para eliminar un material que se adhiere a la boca o a un sustrato.
	<b>Cerosidad:</b> Defecto textural que se puede presentar durante la fusión en la boca y que puede ser provocado por el empleo de grasas alternativas no compatibles con la manteca de cacao
	<b>Consistencia del relleno:</b> Atributo relacionado con las características de textura, específicamente del relleno. En dependencia del tipo de relleno, será su consistencia. Por ejemplo son diferentes las consistencias de las trufas, fondant, praliné, etc., cada uno se diseña con una textura diferente, Entre los defectos posibles a encontrar en este atributo están el endurecimiento del relleno, común en los rellenos de base de azúcar provocado por la absorción de humedad, la cual se concentra en la superficie del bombón.
	<b>Cremosidad:</b> Propiedad buco-táctil relacionada con la sensación de suavidad, espesor y llenura de la cavidad bucal. Se evalúa durante el paladeo por la forma con la que el producto llena la boca, estimulando el parecido a la crema.
	<b>Dureza:</b> Atributo mecánico textural relacionado con la fuerza requerida para lograr una deformación o penetración de un producto. En la boca se percibe por la compresión del producto entre los dientes (sólidos) o entre la lengua y el paladar (semisólidos). Se evalúa en la primera mordida, comprimiendo el producto entre los molares y estimando la fuerza necesaria para deformarlo.
	<b>Fragilidad:</b> Atributo mecánico textural relacionado con la cohesión, la dureza y la fuerza necesaria para romper el producto en pedazos. En las tabletas se evalúa partiendo la muestra con los dedos y estimando la intensidad del sonado al partir, en los bombones y rellenos grasos se evalúa en la boca, durante la primera mordida, estimando la fragilidad con la que el producto se rompe en piezas o pedazos.



**Anexo 4. Cabina individual de cata y disposición de muestras durante la cata.**



Cabina individual de cata



Disposición de muestras del (a) chocolate con leche y (b) chocolate negro en vajilla blanca con sus respectivos códigos

**Anexo 5. Encuesta usada para realizar el estudio de mercado sobre el consumo de chocolate y azúcar.**

**1. Sexo:** Mujer / Hombre

**2. Edad:** menos de 18 / 18-35 / 35-50 / más de 50

**3. Del 1 al 10, donde 10 es me gusta muchísimo y 1 es me disgusta muchísimo ¿cuánto te gusta el chocolate?:**

1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 / 7 / 8 / 9 / 10

**4. Si evitas comer chocolate. ¿Por qué lo haces?:**

☐ No lo evito

☐ Soy diabético

☐ Me produce dolores de estómago

☐ Engorda

☐ Me produce migrañas

☐ Para evitar el acné

☐ Otra razón:.....

**5. ¿Por qué consumes chocolate?:**

☐ Para mejorar mi estado de ánimo

☐ Por placer

☐ Reducir el estrés

☐ Es beneficioso para la salud

☐ Simplemente, porque me gusta

☐ Otra razón:.....

**6. Generalmente, ¿qué tipo de chocolate consumes más?:** Blanco / Con leche / Negro

- Si has respondido “Negro” ¿Por qué?:

☐ Porque me gusta ☐ Porque tiene menos azúcar ☐ Porque es más saludable

**7. ¿Cómo sueles comerte el chocolate?:**

☐ Me gusta que se derrita en la boca ☐ Prefiero morderlo

**8. A la semana, ¿cuántas veces consumes chocolate?:**

☐ Varias veces al día

☐ Una vez al día

☐ Una vez a la semana

☐ Menos de una vez a la semana

**9. ¿Piensas que comer chocolate es beneficioso para la salud?:** Si / No

**10. ¿Cuál es la presentación que prefieres para consumir chocolate?** \_\_\_\_\_

**11. ¿Qué tipos de nuevos chocolates te gustaría encontrar con una mayor variedad en el supermercado?:**

☐ Sin azúcar ☐ Sin gluten ☐ Sin lactosa ☐ Bajos en grasas

- Estarías dispuesto a pagar más por este tipo de chocolates especiales?: Si / No

**12. ¿Sigues algún hábito en tu día a día para reducir el consumo de azúcar?:** Si / No ¿Cuál? \_\_\_\_\_

**13. ¿Usas edulcorantes como sustituto del azúcar?:** Si / No ¿Cuál? \_\_\_\_\_

**14. ¿Piensas que eres adicto al azúcar?:** Si / No